

ANNALEN
DER
PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CXXVL

THEY'RE THE CHIEF



ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

FÜNFTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SECHSTER BAND.

NEBST SIEBEN FIGURENTAFELN.

LEIPZIG, 1865.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.

ANNALEN

DES

PHYSIK

UND

CHEMIE.

PHYSIKALISCHES

LABORATORIUM

DES

J. C. BOGENDORF.

RECHTER H. 18

HERST. FÜR DIE PHYSIK

LEIPZIG, 1862

VERLAG VON JOHANN AMBROSIO BARTH

ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

HUNDERT SECHSUNDZWANZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE ZWEIHUNDERTUNDZWEITER.

NEBST SIEBEN FIGURENTAFELN.

LEIPZIG, 1865.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIVS BARTH.

ANNALS

OF

PHYSICS

AND

CHEMISTRY

EDITED BY J. C. BOGGS

J. C. BOGGS

REDACTED SECTION

NEW YORK: J. C. BOGGS

REDACTED SECTION

REDACTED SECTION

REDACTED SECTION

In
scha
Eise
selbe
eine
die
mag
der
chan
neti
dure
qual
dig
titat
von
mag
dem
sirt
der
dere
wen
ihne
sen
neti
deh
P

I. *Magnetische Untersuchungen;*
von G. Wiedemann.

Ueber den Magnetismus der Salze der magnetischen Metalle.

In einer Reihe von Abhandlungen hatte ich die Eigenschaften der temporären und permanenten Magnete von Eisen und Stahl besprochen, namentlich insofern, als dieselben durch die Annahme drehbarer Molecularmagnete eine Begründung finden. Auf diese Weise versuchte ich die Zunahme des magnetischen Momentes mit wachsenden magnetisirenden Kräften, seine Aenderung bei abwechselnder Magnetisirung in entgegengesetzter Richtung, das mechanische und thermische Verhalten verschiedenartig magnetisirter Körper u. s. f. näher zu erforschen. Wenn die durch alle diese Beobachtungen gewonnenen Resultate in qualitativer Beziehung aus obiger Annahme recht vollständig abgeleitet werden können, so sind dagegen die quantitativen Verhältnisse derselben complicirt. Der Grund davon liegt namentlich zuerst in die Wechselwirkung der magnetisch gerichteten Molecüle unter einander, sodann in dem Mangel an vollkommener Elasticität in den magnetisirten Körpern und in der elastischen Nachwirkung bei der Drehung der Molecüle um ihren Schwerpunkt, vermöge deren sie aus den einmal angenommenen Lagen mehr oder weniger unvollkommen in die Stellungen übergehen, welche ihnen durch die jedesmal wirkenden Richtkräfte angewiesen werden. Es schien deshalb wünschenswerth, die magnetischen Untersuchungen auch auf solche Körper auszu dehnen, bei denen der eine oder andere der erwähnten

störenden Umstände von geringerem Einfluß ist. Bei denjenigen Körpern, welche durch Einwirkung stärker magnetisirender Kräfte verhältnißmäßig nur wenig temporären Magnetismus annehmen, z. B. bei den Salzen der magnetischen Metalle, dürfte die Richtkraft, welche die einzelnen Molecüle bei einer magnetischen Einstellung aufeinander ausüben, sehr gering seyn, namentlich wenn die Theilchen durch Auflösung in irgend einem Lösungsmittel noch weiter von einander entfernt werden, als in dem festen Salze. Im letzteren Falle wäre es auch möglich, daß die Theilchen eine leichtere Beweglichkeit erhielten, und so auch die auf ihr magnetisches Verhalten einwirkenden mechanischen Verhältnisse sich einfacher gestalteten. — Ich habe mich deshalb in den vorliegenden Untersuchungen bemüht, die magnetischen Verhältnisse der erwähnten Salze zunächst in ihren allgemeinen Grundzügen festzustellen. Diese Untersuchungen scheinen auch vom *chemischen* Standpunkte nicht ohne Interesse zu seyn, da bis jetzt die Beobachtungen über die Abhängigkeit des Magnetismus der Stoffe von ihrer chemischen Zusammensetzung noch nicht bis zu einem genügenden Abschluß durchgeführt worden sind¹⁾.

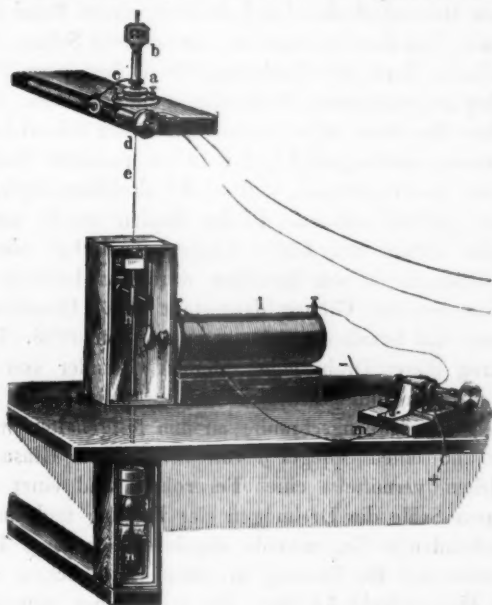
Die Messung des magnetischen Momentes der Salze und Salzlösungen geschah mit Hülfe der Torsion. Eine Messingplatte war auf ein dickes, in die Wand des Zimmers eingegypstes Holzbrett aufgeschraubt. In dieselbe war eine verticale Röhre *a* von Messing eingelöthet, in der sich ein konischer Zapfen von Messing drehte. Derselbe war von oben nach unten durchbohrt und die Durchbohrung unterhalb viereckig ausgefeilt. In dieser Durchbohrung bewegte sich ein viereckiger Metallstab, der oben in eine Schraube endete, auf welcher eine Mutter lief, die durch eine viereckige, auf den Zapfen aufgesetzte Fassung *b* in ihrer Lage erhalten wurde. Durch Drehen der Mutter konnte der

1) In Betreff der nicht sehr umfangreichen Literatur über diesen Gegenstand verweise ich vorläufig auf mein Werk über Galvanismus usw. Bd. II, Cap. Diamagnetismus.

vier
sich

senk
der
Seitl
zont
aufg
auf
rizon
stab
woh
Läng
das
Dreh
End
ein

viereckige Stab mit den daranhängenden Gegenständen, ohne sich selbst zu drehen, in ähnlicher Art gehoben und ge-



senkt werden, wie dieß bei dem Träger des Coconfadens der jetzt gebräuchlichen Galvanometer zu geschehen pflegt. Seitlich trug der drehbare messingene Zapfen einen horizontalen Arm *c* von Stahl, welcher am Ende gabelartig aufgeschnitten war. Mit seinem Einschnitt ruhte der Arm auf einem Stahlstift, welcher auf das eine Ende eines horizontalen Stahlstabes vertical aufgesetzt war. Der Stahlstab bewegte sich in einem Messingsrohr, in welches er wohl eingeschliffen war. Auf der einen Seite war der Länge nach in ihn eine Nuth eingefleilt, in die eine, durch das Messingrohr gehende seitliche Schraube eingriff, die die Drehung des Stabes um seine Axe hinderte. An dem einen Ende, wo der Stab den Stahlstift trug, wurde er durch ein starkes Band von vulkanisirtem Kautschuk angezogen;

an dem anderen Ende war in ihn eine Schraube eingeschnitten, auf die sich eine etwa 5 Ctm. im Durchmesser haltende Messingscheibe *d* aufschraubte, deren Rand ausgekehlt war. Um dieselbe legte sich eine seidene Schnur, deren beide Enden durch zwei Stahlringe bis zu dem etwa 3^m von dem Apparat entfernten Beobachter geführt waren. Durch Anziehen des einen oder anderen Endes der Schnur konnte die Messingscheibe gedreht, der in sie passende Stahlstab vor- und zurückgezogen, und so der drehbare Zapfen hin und her gedreht werden. In den Zapfen wurde nun ein verticaler Draht von 640^{mm} Länge eingelöthet, der aus einen dicken Stab von Neusilber durch wiederholtes Ziehen ohne weiteres Glühen dargestellt war. Derselbe war sehr hart und besaß einen Durchmesser von 0^{mm},3. Unterhalb trug dieser Draht einen kleinen Cylinder von Messing, auf den eine verticale Fassung paßte, die durch eine seitliche Messingschraube an ihm festgehalten werden konnte und einen Spiegel *g* von versilbertem Glase trug, in welchem vermittelt eines Fernrohres und einer 2^m,87 entfernten Scale die Drehungen der Fassung und der mit ihr verbundenen Gegenstände abgelesen wurden. Unterhalb setzte sich die Fassung in einen 5^{mm},5 dicken, 550^{mm} langen Messingdraht *hh* fort, der etwas über seinem unteren Ende mit einem schweren Bleigewicht belastet war und an seinem Ende einen Messingcylinder *n* trug, an welchen vier kleine Messingflügel angelöthet waren, und der in ein Gefäß voll Oel eingesenkt war, um so die Schwingungen des Apparates schneller zu dämpfen. Die ganze, unten an dem Messingdraht *hh* hängende Last wog 955 Grm. 70^{mm} unterhalb des unteren Endes des Neusilberdrahtes trug der Messingdraht einen 20^{mm} langen, inwendig viereckig ausgefeilten horizontalen Arm *i* von Messing, in den ein genau passender viereckiger Messingstab eingesetzt werden konnte. Dieser trug an seinem Ende eine verticale Fassung, die wiederum ein kleines kolbenartiges Glasgefäß *k* hielt. Die Kugel desselben faßte bis zu einer Marke an ihrem Halse 14 Cub. Centim. Ihre Mitte

war
lag
üb
mit
wiel
ren
daß
lung
Wa
schv
ches
der
war
gelf
370
schö
gen
der
den
Eise
etwa
dure
Bun
gele
Axe
End
schv
Able
mitt
das
Eise
gefü
gen
ang
gel

war etwa 40^{mm} von der Axe des Drahtes hh entfernt und lag 70^{mm} unter der Fassung. Auf der der letzteren gegenüberliegenden Seite war das Glasgefäß nach seiner Füllung mit Wasser durch ein Gegengewicht *aquilibrirt*. Die Gewichte am unteren Ende des langen Messingdrahtes h waren so schwer und wirkten an einem so langen Hebelarm, daß die tiefere Senkung des Glasgefäßes bei seiner Füllung mit Salzen und Salzlösungen, die schwerer waren, als Wasser, ganz unmerklich war.

Der ganze bisher beschriebene Theil des Apparates schwebte in einem geschlossenen Gehäuse von Holz, welches ihn vor Luftzügen vollkommen schützte und nur an der dem Ablesefernrohr zugekehrten Seite durchbrochen war. Seitlich war durch dieses Gehäuse das eine, halbkugelförmig abgerundete Ende eines horizontal liegenden, 370^{mm} langen, $41^{\text{mm}},5$ dicken, weichen Eisenstabes l geschoben, dessen in der magnetischen Ostwestrichtung liegende Axe in ihrer Verlängerung genau den Mittelpunkt der Glaskugel k traf, und auf der durch die Fassung und den Draht hh gelegten Verticalebene senkrecht stand. Der Eisenstab war von einer Spirale von 1100 Windungen von etwa 2^{mm} dickem, übersponnenen Kupferdraht umgeben, durch die vermittelt eines Gyrotropes m der Strom einer Bunsenschen Säule in der einen oder anderen Richtung geleitet werden konnte. Oestlich, in der Verlängerung der Axe des Stabes, $2^{\text{m}},48$ entfernt von seinem abgerundeten Ende, war ein in einer Kupferhülse an einem Coconfaden schwebender magnetischer Stahlspiegel aufgestellt, dessen Ablenkungen an einer 900^{mm} von ihm entfernten Scale vermittelt eines Fernrohrs abgelesen werden konnten und das magnetische Moment des von der Spirale umgebenden Eisenstabes angaben.

Nachdem das Glasgefäß mit einer beliebigen Flüssigkeit gefüllt war, wurde der den Magnetismus des Stabes erregende Strom geschlossen. Hierdurch wurde das Glasgefäß angezogen oder abgestoßen und mit der oberen, den Spiegel tragenden Fassung um den Neusilberdraht als Axe ge-

dreht. Durch Anziehen der zum Beobachter führenden Schnüre wurde sodann der den Draht tragende Zapfen gedreht, bis das Glasgefäß und der Spiegel wieder die frühere, durch Scale und Fernrohr beobachtete Lage angenommen hatten. Es konnte diese Einstellung ohne Schwierigkeit bis auf einen Theilstrich der Scala (1^{mm}) geschehen. Nach Ablesung des den Magnetismus des Stabes messenden Spiegelmagnetometers wurde der Strom geöffnet und, nachdem der Apparat zur Ruhe gekommen, die Ablenkung des Spiegels beobachtet, welche demnach der Torsion des Neusilberdrahtes während der magnetischen Einwirkung entsprach.

Dürfte man voraussetzen, daß die Kraft, mit der der Neusilberdraht während seiner Drillung in seine Ruhelage zurückzukehren strebt, seiner Torsion direct proportional ist, so würde die Anziehung oder Abstossung des gefüllten Glasgefäßes ebenfalls dieser Torsion proportional seyn. Ist ferner anzunehmen, daß das magnetische Moment des letzteren der magnetisirenden Kraft proportional ist, so müßte jene Torsion dem Quadrat dieser Kraft entsprechen. Will man in dieser Beziehung sichere und zuverlässige Resultate erhalten, so kann man bei der Wahl des den Apparat tragenden Drahtes nicht vorsichtig genug seyn. Selbst bei sehr harten Messingdrähten zeigen sich oft sehr bedeutende Abweichungen von dem oben erwähnten Verhältniß; ja wenn man die Versuche erst mit aufsteigenden und sodann mit abnehmenden magnetisirenden Kräften anstellt, erhält man oft in Folge des Zurückbleibens einer dauernden Torsion des Drahtes ganz verschiedene Resultate. Einige Versuche mögen dies beweisen, bei deren Aufzählung M die direct am Spiegelmagnetometer beobachtete Ablenkung, M_i den auf die Tangente des Ablenkungswinkels reducirten Werth von M , welcher das Moment des elektromagnetisirten Stabes mißt, T die nach der obigen Methode beobachtete Torsion des jedesmal angewandten Drahtes in Theilen der Scale angiebt, welche dem an ihm hängenden Spiegel gegenüberstand. Das Glasgefäß war stets mit Eisen-

vitrio
gezog

M
 M_i
 T
 T
 M_i^2

M
 M_i
 T
 T
 M_i^2

A
zwei
glüh
gend
dafs
schü
dafs
sion
führ
auf
So
sung

M
 M_i
 T
 T
 M_i^2

des
befr
ach

vitriollösung gefüllt und wurde deshalb vom Magnet angezogen.

I. Aufhängung an einem Messingdraht von 0^{mm},3 Dicke.

M	76	143	226	301	376	444,5	372,5	298	222	147	76
M_I	42	79	124	163	200,5	233,5	199	161,5	121,5	81,5	42
T	14	50	124	214	327	445	313	200,5	108	43	8
$\frac{T}{M_I^2}$	7938	8013	8065	8063	8134	7960	7901	7715	7321	6473	4536

II. Aufhängung an einem sehr hart gezogenen Messingdraht von 0^{mm},3 Dicke.

M	79	152	223	292	355	418	358	289,5	222,5	151,5	77,2
M_I	44	84	122,2	158	190	221	191,6	157	121,7	83,4	43
T	4,5	16,5	34,7	57,5	83,2	112,5	83	56,5	32,2	14,5	3,7
$\frac{T}{M_I^2}$	2324	2338	2324	2303	2304	2303	2262	2280	2175	2084	2001

Auch die bifilare Aufhängung des Torsionsapparates an zwei parallelen, je 12^{mm} langen, sehr sorgfältig ausgeglühten Kupferdrähten von 0^{mm},1 Dicke gab nicht befriedigende Resultate. Obgleich die Drähte so weich waren, daß sie, ohne zu reißen, beliebig zu einem Knoten geschürzt werden konnten und man hätte vermuthen sollen, daß das dieselben belastende Gewicht sie nach jeder Torsion völlig in ihre ursprüngliche Gleichgewichtslage zurückführen würde, zeigten sich auch hier Abweichungen, die auf eine permanente Torsion der Drähte schließeln ließen. So ergab sich bei Anwendung der gleichen Eisenvitriollösung wie vorhin:

M	77,5	151,8	219,5	286,2	350	410,8	349,5	285	219,7	149,5	77	410,8
M_I	43	83,7	120	155,2	187,8	217,5	187,7	154,6	120,4	82,5	41,6	217,1
T	7,3	26,8	54,8	90	132,2	174,6	128,2	85,7	49,5	21,5	4,6	174
$\frac{T}{M_I^2}$	3948	3825	3806	3737	3757	3690	3640	3586	3415	3158	2720	3691

Endlich ergab die Anwendung der, bei der Beschreibung des Apparates erwähnten, sehr harten Neusilberdrähte eine befriedigende Uebereinstimmung, wie die folgenden Beobachtungsreihen zeigen.

M	74,8	142,6	211,4	276,7	338,5	392,5	337	274	209,4	142,4
M_1	41,4	78,8	116	150,3	181,8	208,5	181	148,8	114,8	78,6
T	15	53,3	115,2	193	283	375,8	280,7	191	114,7	53,7
$\frac{T}{M_1^2}$	8751	8583	8586	8545	8561	8564	8568	8621	8704	8691

Es ergibt sich zugleich aus diesen Beobachtungsreihen, daß die ablenkende Kraft dem Quadrat der magnetisirenden Kraft, also *innerhalb der Grenzen der Beobachtung das magnetische Moment des mit der Eisenvitriollösung gefüllten Glasgefäßes der auf dasselbe wirkenden magnetisirenden Kraft direct proportional ist*. Eine Annäherung an das Maximum der Magnetisirung, wie sie, außer bei den magnetischen Metallen, nach Plücker ¹⁾ auch bei den Oxyden derselben, ja auch bei dem Sauerstoff und dem diamagnetischen Wismuth und Phosphor, nach E. Becquerel ²⁾ vielleicht auch bei einem Glasstabe auftreten würde, ist also bei den hier angewandten Kräften durchaus nicht bemerkbar.

Mit Hülfe des so erhaltenen Resultates wurde nun nach der oben beschriebenen Methode bei einigen Lösungen magnetischer Salze zunächst untersucht:

- 1) der Einfluß der Concentration der Lösung auf ihr magnetisches Moment;
- 2) der Einfluß des Lösungsmittels;
- 3) der Einfluß der Temperaturänderungen;
- 4) das Verhalten verschiedener Salze einiger magnetischer Metalle.

I. Magnetisches Verhalten verschieden concentrirter Lösungen desselben Salzes.

Die Versuche wurden an je vier wässerigen Lösungen von Eisenchlorid und Manganchlorür angestellt, deren Salzgehalt durch Verdünnung mit Wasser nach einander auf

1) Plücker, Pogg. Ann. Bd. XCI, S. 1, 1854.

2) E. Becquerel, Ann. de Chim. et Phys. T. XXXII, p. 72, 1851.

$\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ ihres ursprünglichen Gehaltes ($\frac{1}{2}$) vermindert wurde. Die Temperatur blieb bei den Beobachtungen constant 13° C. Jede Lösung wurde in dem Torsionsapparat bei zwei verschiedenen Intensitäten des magnetisirenden Stromes der magnetischen Einwirkung ausgesetzt. Unter Beibehaltung der oben gewählten Bezeichnungen ergab sich.

Eisenchlorid.

Gehalt	M	M_I	T	$\frac{T}{M_I^2}$	M	M_I	T	$\frac{T}{M_I^2}$
($\frac{1}{2}$)	270	146,8	208,8	96,58	386	205,1	410,5	97,31
($\frac{3}{4}$)	264,8	144	148,5	71,61	379	202,3	293,3	71,64
($\frac{1}{4}$)	264,5	144	93,7	45,17	380	202,5	185,3	45,17
($\frac{1}{4}$)	263	143	39,3	19,23	381	203	78,5	19,15

Manganchlorür.

$\frac{1}{2}$	157	86,5	117,7	157,3	303,5	164	423,5	157,5
$\frac{3}{4}$	151	84,9	83,5	113,8	308	166,3	320	115,7
$\frac{1}{4}$	155	85,4	54,5	74,7	306	165,3	207,5	75,95
$\frac{1}{4}$	160	88,1	26,5	34,14	308	164,7	96,5	34,84

Das mit *Wasser* gefüllte Glasgefäß zeigte statt der Anziehung durch den Elektromagnet eine Abstofsung; es war also überwiegend diamagnetisch. Die Abstofsung ergab sich, wie folgt:

M	M_I	T	$\frac{T}{M_I^2}$	M	M_I	T	$\frac{T}{M_I^2}$
26,3	143	-11	-5,26	369	197	-22	-5,80

Subtrahiren wir den Magnetismus des mit *Wasser* gefüllten Glasgefäßes von dem Magnetismus desselben bei seiner Füllung mit den Salzlösungen, so erhalten wir die in der folgenden Tabelle unter m bezeichneten Werthe. In derselben Tabelle ist unter g der Gehalt an Metall, Eisen oder Mangan in je 10 Cub. Cent. der Lösungen angegeben, welcher für jede Lösung noch besonders bestimmt wurde; bei den Eisenchloridlösungen durch Titriren mit Lösung von Zinnchlorür und Iodlösung, bei den Manganchlorürlösungen

durch Fällung mit kohlensaurem Natron, Glühen des Niederschlages und Wägung des erhaltenen Manganoxoxyduls.

		(4)	(1)	(1)	(1)
Eisenchlorid	<i>g</i>	0,595 ^{gr}	0,450	0,300	0,149
	<i>m</i>	102,47	77,16	50,70	24,72
	$\frac{m}{g}$	172,3	170,3	169,0	165,7
Manganchlorür	<i>g</i>	0,956	0,717	0,478	0,239
	<i>m</i>	163	120,3	80,87	40,20
	$\frac{m}{g}$	170,5	167,5	170	168,2

Hiernach können wir annehmen, daß sich der *Magnetismus der Salzlösungen direct durch Addition des Magnetismus des Lösungsmittels (Wasser) und des in demselben gelösten Salzes ergibt, und daß der Magnetismus des letzteren proportional ist dem in der Raumeinheit enthaltenen Gewichte desselben*. Freilich ist bei Füllung des Glasgefäßes mit den Salzlösungen der Wassergehalt desselben etwas kleiner, als wenn dasselbe Gefäß ganz mit Wasser allein gefüllt wurde; indess ist doch der Unterschied so klein und fällt bei dem geringen Diamagnetismus des Wassers im Verhältniß zum Magnetismus des Salzes so wenig ins Gewicht, daß wir denselben vernachlässigen können, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen. — Aehnliche Resultate hatte schon früher Plücker¹⁾ erhalten.

Die Abnahme des Momentes der Gewichtseinheit des Salzes bei abnehmender Concentration in den Eisenchloridlösungen dürfte vielleicht auf die Bildung von basischem Salz in den verdünnten Lösungen (s. w. u.) und auf der allmählich immer schwächer werdenden magnetischen Wechselwirkung der mehr und mehr von einander entfernten Salztheilchen beruhen.

1) Plücker. Pogg. Ann. Bd. LXXIV, S. 325, 1848.

II. Einfluß des Lösungsmittels.

Das so eben bei verschiedenen concentrirten Salzlösungen erhaltene Resultat zeigt sich auch bei Anwendung verschiedener Lösungsmittel. So ergab sich:

	M	M_1	T	$\frac{T}{M_1^2}$	M	M_1	T	$\frac{T}{M_1^2}$
Eisenchlorid in Wasser	270	146,8	208,8	96,58	386	205,4	410,5	97,31
Eisenchlorid in Alkohol	260,7	141,7	123,8	60,26	378	201,5	249	61,32
Eisenchlorid in Aether	262,7	143	102	50,13	380,7	203	208,5	50,62
Wasser	263	143	-11	-5,26	369	197	-22	-5,80
Alkohol	262,5	142,8	-9,8	-4,80	378,7	202	-20	-4,90
Aether	262,3	142,7	-9	-4,42	378	201,5	-17,7	-4,35

Subtrahirt man wiederum den Diamagnetismus des mit dem Lösungsmittel gefüllten Glasgefäßes von dem Magnetismus desselben, mit der Salzlösung erfüllten Gefäßes, und dividirt den so erhaltenen Werth m durch den Gehalt g an Metall (bestimmt durch Abdampfen von je 10 Cubikcentimetern der Lösung und Titriren mit Zinnchlorür und Iodlösung), so findet man folgende Werthe:

Eisenchlorid gelöst in	Wasser	Alkohol	Aether
g	0,300	0,399	0,321
m	102,47	65,63	54,75
$\frac{m}{g}$	172,3	164,4	170,8

Es ist also auch hier der *Magnetismus des gelösten Salzes für sich von der Natur des Lösungsmittels nahezu unabhängig.*

III. Einfluß der Temperatur auf den Magnetismus der gelösten Salze.

In das, mit der Salzlösung gefüllte Glasgefäß wurde ein feines Geißler'sches Thermometer eingesenkt, das

Glasgefäß erhitzt und der Magnetismus desselben bei seiner allmählichen Abkühlung beobachtet. Diese Abkühlung wurde dadurch verlangsamt, daß das Gefäß in einem Kasten von Zinkblech mit doppelten Wänden schwebte, dessen Zwischenräume mit Watte ausgefüllt waren. Der Kasten war oben mit einem Deckel versehen, der gleichfalls mit Watte bedeckt wurde und nur von einem Schlitz durchbrochen war, durch welchen der Hals des Glasgefäßes hindurchging. Versuche, die Temperatur des letzteren durch ein Wasserbad oder Luftbad constant zu erhalten, scheiterten an dem störenden Einfluß der Strömungen des Wassers und der Luft, welche dasselbe zu keiner ruhigen Einstellung gelangen ließen. Da das Glasgefäß sich von den Wänden aus zuerst abkühlt und die kältere Flüssigkeit zu Boden sinkt, ohne sogleich ihre Temperatur völlig der in der Mitte des Gefäßes schwebenden Kugel des Thermometers mitzutheilen, so dürften namentlich für die höheren Temperaturen die Thermometerangaben etwas zu hoch ausgefallen seyn.

Wurde das Glasgefäß nur mit Wasser gefüllt, so ergab sich durch einen zufälligen Umstand, daß sich sein Diamagnetismus mit Erhöhung der Temperatur fast gar nicht änderte. Zog man daher diesen Diamagnetismus von dem Magnetismus der Salzlösung ab, so ergab sich der Einfluß der Temperatur auf den Magnetismus des in demselben befindlichen Salzes. Die folgenden Tabellen enthalten die so gefundenen Resultate. In denselben bezeichnen M , M_1 , T dieselben Werthe wie früher. Der Werth m entspricht dem früher mit $\frac{T}{M_1^2}$ bezeichneten Werthe. Der Werth m_1 ist erhalten, indem zu m der Diamagnetismus w des mit Wasser gefüllten Glasgefäßes für die magnetisierende Kraft Eins addirt und sodann die Summe mit einer Constanten c multiplicirt wurde. Der Werth w betrug in Folge einer verschiedenen Einstellung des Apparates bei den Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul, schwefelsaurem Nickeloxydul und Eisenchlorür I jedesmal 5,08, bei

den übrigen Lösungen 4,73. Die Constante c wurde zunächst für die concentrirte Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul so bestimmt, daß bei Fortsetzung der Reihe, welche die Magnetismen des in derselben enthaltenen Salzes bei verschiedenen Temperaturen angiebt, der Magnetismus für 0° gleich 100 wurde. Bei den anderen Lösungen wurde die Constante so gewählt, daß durch die Multiplication mit derselben bei den mittleren Temperaturen (etwa 40°) der Magnetismus des Salzes in den Lösungen dem des schwefelsauren Eisenoxyduls gleich wurde. Diese Constanten sind unter jeder einzelnen Beobachtungsreihe besonders angegeben.

Schwefelsaures Eisenoxydul.

I.

Temp.	M	M_1	T	m	m_1	m_1 ber.
85	380,5	203,2	300	75,1	73,2	72,4
63	383,5	204,2	326,5	78,3	80,2	79,6
54	384	204,8	337	80,3	82,1	82,5
47	385	205	347,5	82,7	84,4	84,8
39	385	205	359	85,4	87,0	87,5
34,5	385	205	366,5	87,2	88,8	88,8
29	387	205,9	378	89,1	90,7	90,5
23	388	206,4	388	91,1	92,5	92,6
16	390	207,3	399,5	93,0	94,3	94,7
11	391	207,7	412,5	95,6	96,8	96,5

$$m_1 = 0,962 (m + 5,08).$$

II.

81	296,5	160,4	178	69,1	75,0	73,7
68	374,5	199,8	293,5	73,5	79,5	78,0
58,5	378,5	201,7	307	75,4	81,4	81,2
51	381,5	203,3	320	77,4	83,4	83,5
45	382	203,4	328,5	79,4	85,4	85,4
39	383,5	204,3	338	81,0	87,0	87,5
33	384,5	204,6	349,5	83,5	89,5	89,4
27	387	205,9	358,8	84,6	90,6	91,3
21	388	206,3	369	86,7	92,8	93,2
15	388,3	206,6	380,5	89,1	95,2	95,0

$$m_1 = 1,01 (m + 5,08).$$

Schwefelsaures Eisenoxydul ($\frac{1}{2}$).

I.

Temp.	M	M _I	T	m	m _I	m _I ber.
74,5	425	224,3	164	32,6	76,1	76,0
62,5	424	223,8	172	34,3	79,6	80,0
53	422,5	223	181	36,4	83,8	83,0
46	421,2	222,4	183	37,0	85,0	85,1
41,2	419,7	221,7	186	37,8	86,6	86,8
35	419,7	221,7	190	38,7	88,5	88,7
29	419,5	221,5	193,5	39,4	89,9	90,7
21,5	419,7	221,7	201	40,9	92,9	93
14,3	418	220,9	205	42,0	95,1	95,2
10	417	220,4	208	42,8	96,7	96,6
8,7	415	219,4	209,2	43,5	98,2	97,4

$$m_I = 2,019 (m + 5,08).$$

II.

73	397,5	211,2	145	32,5	76,7	76,4
57,5	362,7	194,0	131,5	31,9	81,7	81,4
49	399,2	211,8	163	36,3	84,5	84,2
43,5	400	212,2	166,5	37,0	85,9	85,9
39	399,5	211,9	176	38,0	87,9	87,5
35	399,5	212,0	172,8	38,5	88,9	88,7
28	400,2	212,3	178,5	39,6	91,2	91,0
23	401	212,7	181,5	40,1	92,2	92,6
16,5	398,7	211,5	186	40,6	93,3	94,5
10	400	212,2	190	42,2	96,7	96,6

$$m_I = 2,040 (m + 5,08).$$

Eisenchlorür.

I.

68	359,8	192,6	160	43,1	79,0	78
56	363	194,1	170	45,1	82,3	82
48	363,5	194,3	175,5	46,5	84,6	84,5
41,5	365	195	183	48,1	87,2	86,5
33	366	195,6	188,5	49,3	89,2	89,4
24,5	367,2	196,3	195,5	50,7	91,5	92
17,5	368,2	196,8	201,8	52,1	93,8	94,3
13	369	197	207	53,3	95,7	95,7
9	368	196,5	209	54,1	97,1	97,1

$$m_I = 1,640 (m + 5,08).$$

II.

Temp.	M	M _I	T	m	m ^I	m _I ber.
73	417,7	220,7	201	41,3	77,3	76,4
55	414,5	219	214	44,6	83,0	82,2
48	414	218,7	219,5	45,9	85,1	84,5
41	414	218,7	224,5	46,9	86,7	86,7
34	414,3	218,8	230,2	48,1	88,7	89
31	414	218,7	233	48,7	89,7	90,0
25	415	219,2	240	50,0	92,1	91,9
20	414,2	218,8	245	51,2	93,9	93,5

$$m_I = 1,680 (m + 4,73).$$

Eisenchlorid.

I.

71	370	197,5	245	62,8	76,5	77,3
58	372,5	198,7	261,7	66,2	80,3	81,3
49	374	200	275,5	68,9	83,4	84,2
39,5	375	200,5	288,5	72,1	87,3	87,2
35	377	201	296	73,3	88,4	88,7
30	379	202	304	74,5	89,6	90,3
23,5	381,5	203,2	314	76,1	91,6	92,4
17	382	203,5	327	78,9	94,8	94,4
12	381	202,9	331	80,4	96,4	96
7	379	202	339	83,1	99,6	97,7

$$m_I = 1,33 (m + 4,73).$$

II.

71	419	221,5	314	64,0	77,3	77,3
57	422	222,8	335,5	66,0	79,6	81,6
46,5	423	223,3	351	70,4	84,5	85
38,5	423	223,3	365,2	73,2	87,7	87,6
34	424,5	224	373,8	74,5	89,2	89
29	427	225,7	384	75,4	90,1	90,7
22	427	225,7	398,2	76,8	91,7	92,9
16,5	427	225,7	410,5	79,2	95,5	94,6
13	426	224,7	412,5	81,7	97,2	95,7
9,5	425	224,3	420,5	83,6	99,4	96,9

$$m_I = 1,126 (+ 4,73).$$

Eisenchlorid ($\frac{1}{2}$).

67	394	209,3	124	28,3	78,3	78,3
55	395	210,2	131,5	29,8	81,8	82,2
47,5	396	210,3	137	31,6	84,7	84,6
41,5	396,5	210,6	140,2	31,6	86,2	86,5
33	396	210,3	146,4	33,1	89,7	89,4
23	396	210,3	151,8	34,3	92,6	92,6
17	396	210,3	158,5	35,8	96,2	94,4
14	395,5	209,5	160,5	36,5	97,7	95,3
4	400	212,2	170,5	37,0	98,9	98,7

$$m_I = 2,371 (m + 4,73).$$

Schwefelsaures Nickeloxydul.

I.

Temp.	M	M _I	T	m	m _I	m _I ber.
73	347,3	186,3	55,5	16,0	77,1	76,4
62	348,3	186,9	59	16,9	81,4	80
51,5	349	187,2	61,2	17,4	83,3	83,3
45	350	187,6	63	17,9	85,1	85,4
38	350,8	188,1	66	18,6	87,7	87,8
33,2	351,8	188,5	67,5	19,0	89,2	89,2
22	354,3	189,7	72	20,2	93,7	92,9
13,5	353	189,0	73,7	20,6	95,1	95,4
10	353,8	189,5	75,7	21,0	96,6	96,6

$$m_I = 3,702 (m + 5,08).$$

II.

73	400	212,2	72	16,0	77,1	76,4
58	400	212,2	78	17,3	82,9	81,3
48	401	212,7	80	17,7	84,4	84,5
39	400,8	212,6	83	18,4	86,6	87,5
33,5	399,5	211,9	84,7	18,9	88,9	89,2
27	403	213,8	89	19,5	91,1	91,3
20,5	402,5	213,4	91,5	20,1	93,3	93,4
15	403,8	214,1	93,5	20,4	94,4	95,0
9	400,8	212,7	95	21,0	96,3	97,1

$$m_I = 3,702 (m + 5,08).$$

Salpetersaures Kobaltoxydul.

I.

75	418,7	221,2	204,5	41,8	77,1	75,7
60	417,5	220,7	213,5	43,8	80,5	80,5
51	415	219,2	220	45,8	83,6	83,5
44	414,7	219	224	46,7	85,2	85,7
38	413,5	218,4	228,8	47,9	87,3	87,8
33,5	412	217,6	231,8	48,8	88,8	89,3
26	411,3	218,2	237,5	49,9	90,4	91,6
18	412	217,6	245,5	51,8	93,7	94,1
13,5	410,5	216,7	249	53,0	95,7	95,5
10	410	216,6	252	53,6	96,8	96,6

$$m_I = 1,658 (m + 4,73).$$

II.

50	400	212,2	202,5	45,0	84,2	83,8
43,2	396,8	210,7	206,5	46,5	86,8	86,0
37	398,7	211,7	210	46,9	87,4	88,1
31	399	212	216,8	48,2	89,7	90,0
23	401	212,8	222,8	49,2	91,3	92,6
15,5	398	211,3	230	51,5	95,2	94,9
10	399	211,8	234,5	52,3	96,5	96,6

$$m_I = 1,692 (m + 4,73).$$

Rothens Blutlaugensalz.

I.

12 ber.

76,4
80
83,3
85,4
87,8
89,2
92,9
95,4
96,6

Temp.	M	M _I	T	m	m _I	m _I ber.
70	419	221,4	14,5	2,96	75,8	77,3
57	417,2	220,5	18	3,60	82,5	81,6
47	414,5	219,3	18,5	3,85	84,6	84,8
40	413,6	218,8	20,1	4,20	88,0	87,0
31	414	219	21,5	4,48	90,8	90
19	416	220	22,5	4,65	92,5	93,8
12	413,5	218,7	23,8	4,97	95,6	96

$$m_I = 9,858 (m + 4,73).$$

II.

76,4
81,3
84,5
87,5
89,2
91,3
93,4
95,0
97,1

60,5	413,5	218,7	16,5	3,45	80,0	80,3
53	413	218,5	18,5	3,87	84,0	83
44,5	412	217,9	19	4,00	85,4	85,6
38,5	409	216,4	20,5	4,38	89,1	87,6
29	410	217,2	21	4,45	89,8	90,7
21,5	408,5	216,1	22,8	4,88	94,0	93
13	409	216,5	23,2	4,95	94,7	95,7
9,5	407,5	215,9	23,5	5,04	95,6	96,2

$$m_I = 9,781 (m + 4,73).$$

Setzt man also das magnetische Moment des einen oder andern der gelösten Salze für 0° gleich 100, so stimmen die für die gleichen Temperaturen bei den verschiedenen Salzen gewonnenen Resultate sehr nahe mit einander überein. Verzeichnet man die Beobachtungen graphisch, indem man die Temperaturen als Abscissen, die zugehörigen Magnetismen m als Ordinaten aufträgt, so zeigt sich, daß diese letzteren sehr nahe nach dem Gesetz einer geraden Linie wachsen. Die unter m_I ber. in den Tabellen verzeichneten Werthe sind unter dieser Voraussetzung nach der Formel

$$m_t = 100 - 0,325 t$$

berechnet, in welcher t die Temperatur angiebt.

Der Magnetismus der gelösten Salze nimmt also, so weit unsere Beobachtungen reichen, proportional mit der Temperatur ab und zwar ändert sich, trotz der großen chemischen Verschiedenheit der untersuchten Salze, ihr Magnetismus hierbei nach demselben Gesetze.

Da, wie wir oben erwähnt, die Temperatur t nament-

lich bei höheren Temperaturen etwas zu hoch beobachtet wird, so dürfte der Werth der Constanten 0,325 in der Formel wohl noch ein wenig erhöht werden müssen.

IV. Verhalten der Lösungen verschiedener Salze der magnetischen Metalle.

In Hinblick auf diese Resultate wurde nun eine grössere Zahl von Salzlösungen auf ihr magnetisches Moment untersucht. Zwar sind über diesen Gegenstand schon einige Versuche von Faraday, Plücker, E. Becquerel angestellt worden, indess wurde bei denselben weniger auf die chemische Reinheit der verwendeten Stoffe und die genaue Bestimmung des Gehaltes der Lösungen geachtet. Dieselben dienten vielmehr dazu, um in der ersten Zeit der gründlichen Erforschung des Magnetismus der verschiedenen Stoffe einen allgemeinen Ueberblick über das magnetische Verhalten derselben zu gewinnen.

Die bei den vorliegenden Versuchen verwendeten Salze waren möglichst rein. Die Zahlenwerthe, welche sich für ihren Magnetismus (mit dem sie enthaltenden Glasgefäß) bei verschiedenen Beobachtungsreihen ergaben, sind die folgenden:

	M	M_1	T	$\frac{T}{M_1^2}$
<i>A.</i>				
Schwefelsaures Nickeloxydul	288	156	43,3	17,80
	419	221,5	87,3	16,79
Salpetersaures Nickeloxydul	288,5	156,3	35,5	14,53
	406,5	215,4	66,8	14,40
Chlornickel	289	156,5	10,7	4,37
	416	220	20,5	4,24
Schwefelsaures Kobaltoxydul	294,5	159,4	67,7	26,65
	411,5	217,6	125,7	26,55
Salpetersaures Kobaltoxydul	295	160	119,7	46,77
	408	216,2	218,0	46,63
Chlorkobalt	297	160,7	78,2	30,31
	418	221	147,5	30,20
Schwefelsaures Eisenoxydul I	283	153,5	96,3	40,87
	394	209,3	177,2	40,46
Schwefelsaures Manganoxxydul	286,5	191,1	232,5	96,42
	395	209,8	426	96,79

	M	M_I	T	$\frac{T}{M_I^2}$
Manganchlorür I	284,5 391,5	154,3 208,2	2412 444	101,4 102,4
Chromchlorid I	283,5 381	153,8 203	52,2 97,1	22,08 23,56
Eisenchlorid I	280 390,5	152 207,7	174,2 320,1	75,37 74,20

B.

Schwefelsaures Kobaltoxydul	270 386	146,8 205,4	76,3 149,6	35,39 35,46
Salpetersaures Kobaltoxydul	268 385	145,8 205,2	132 259	62,09 61,51
Eisenchlorid I.	270 386	146,8 205,4	208,8 410,5	96,58 98,81
Wasser	263 369	143 197	— 11 — 22	— 5,26 — 5,80

C.

Schwefelsaures Eisenoxydul II	295 426	159,7 224,6	115,8 232	45,38 45,99
Salpetersaures Eisenoxydul I	301,5 437,7	163,3 230,8	214 430,5	80,54 81,39
Salpetersaures Eisenoxydul II	297,5 437	160,8 230	77 155	29,84 29,57
Schwefelsaures Chromoxyd I	301,5 438,5	163 230,6	54 109,8	20,23 20,56
Salpetersaures Chromoxyd I	302,5 439,5	163,5 231,0	32,7 65	12,23 12,47
Chromchlorid I	302,5 441,5	163,5 232	77 155,2	28,80 28,83
Salpetersaures Eisenoxyd (basisch)	294,3 436	159,3 229,3	78,4 158,7	30,89 30,19
Wasser	291,7 425,5	158,3 224,4	— 14,2 — 28	— 5,67 — 5,56

D.

Schwefelsaures Manganoxxydul	212 309	116,3 170	166,8 363,3	123,30 125,7
Salpetersaures Manganoxxydul	213 306	116,8 162,2	86,5 166,5	63,39 63,30
Essigsaures Manganoxxydul	210,5 313,5	115,4 169,5	35,4 76	26,59 26,44
Manganchlorür II	155 306,1	85,4 165,3	54,5 207,5	74,71 75,95
Chromchlorid I	229,5 318,7	125,3 172,3	46,2 87,5	29,43 29,48

	<i>M</i>	<i>M_i</i>	<i>T</i>	$\frac{T}{M_i^2}$
<i>E.</i>				
Schwefelsaures Manganoxydul	152	84	88	124,8
	297	160,7	326	126,3
Salpetersaures Chromoxyd II	300	162,2	112,8	42,68
	434	228,5	222	42,52
Salpetersaures Eisenoxyd (basisch)	298	161,2	80,2	30,87
	435	229	162	30,89

<i>F.</i>				
Schwefelsaures Eisenoxydul III	278	151,3	103,1	45,04
	397	210,8	203,3	45,76
Eisenchlorid	279	151,7	106	46,06
	401	212,8	212	46,82
Salpetersaures Eisenoxyd (basisch)	276,5	150,4	74,3	32,71
	394	209,3	145,5	33,23

<i>G.</i>				
Schwefelsaures Eisenoxydul - Ammoniak ¹⁾	276,7	150,3	54,6	24,17
	396,5	210,5	110,1	24,85
Salpetersaures Eisenoxyd (basisch)	272	147,9	73,5	33,59
	388	208,5	146,2	33,62

<i>H.</i>				
Salpetersaures Manganoxydul	220	121,5	105,5	71,50
	363,2	193,5	265,3	70,84
Schwefelsaures Eisenoxyd II ²⁾	228	124,5	185,5	119,5
	299,8	162	310	120,9
Salpetersaures Eisenoxyd ²⁾	227	124,0	171	111,3
	367,3	196,1	420,5	109,3
Eisenchlorid III ²⁾	300	162,2	296,5	112,7
	365,2	194,6	428,5	113,2

<i>J.</i>				
Salpetersaures Manganoxydul	259,2	141	142,6	71,73
	365,8	195,6	274,7	71,83
Schwefelsaures Chromoxyd II ²⁾	260,8	141,9	45,2	22,56
	371	198	88,2	22,50
Salpetersaures Chromoxyd II ²⁾	261,2	142	60,5	30,00
	367,5	196,2	114,7	29,80
Chromchlorid II ²⁾	258,2	140,6	44,4	22,47
	369,3	197,1	87,5	22,52

<i>K.</i>				
Schwefelsaures Eisenoxyd I	281,5	152,8	267,5	114,7
	345	185	394	115,1
Eisenchlorid II	278	151,1	248,7	109,0
	345	185	377,5	110,3
Salpetersaures Eisenoxyd (basisch)	278,5	151,2	83	36,31
	400	212,2	166	36,87

1) etwas oxydhaltig.

2) stark sauer.

Es wurde sodann der Gehalt an Salz in je 10 Cubcent. der Lösungen bestimmt. Diefs geschah bei den Lösungen der Mangansalze meist durch Fällen mit kohlensaurem Natron und Glühen des Niederschlags als Manganoxoxydul; der Gehalt der Kobaltlösungen wurde in Gestalt von schwefelsaurem Kobaltoxydul, der der Nickellösungen durch Fällung des Nickeloxyduls mittelst Kalihydrat, der Gehalt der Chromoxydlösungen durch Fällung mit Ammoniak und Glühen des gefällten Oxydhydrats bestimmt. Die Eisenoxydullösungen wurden mit Chamäleon titirt oder durch Kochen mit chlorsaurem Kali und überschüssiger Salzsäure in Oxydlösungen verwandelt und mit Zinnchlorid und Iodlösung titirt, welche letztere Methode auch bei den Eisenoxydösungen neben der Ausfällung des Eisenoxyses durch Ammoniak in Anwendung kam. Die Lösungen der salpetersauren Salze wurden meist eingedampft und die Rückstände geglüht. Durch Wiederholung der Analysen sicherte man sich gegen Beobachtungsfehler.

Subtrahirt man wiederum von den oben unter $\frac{T}{M_I^2}$ angeführten Werthen des Magnetismus der Salzlösungen den Diamagnetismus des mit Wasser gefüllten Gefäßes (5,60), so ergeben sich die in der folgenden Tabelle unter m verzeichneten Werthe. Dividirt man sodann m mit dem Gewicht g des in 10 Cubcent. der Lösung enthaltenen Salzes, so erhält man Zahlen, welche dem durch die magnetisirende Kraft Eins in der Gewichtseinheit des Salzes erzeugten magnetischen Moment proportional sind. Die Mittel dieser, aus den verschiedenen Beobachtungsreihen abgeleiteten Zahlen sind in der folgenden Tabelle mit $\frac{m}{g}$ bezeichnet. Sie beziehen sich alle, mit Ausnahme des schwefelsauren Eisenoxydul-Ammoniaks, auf das *wasserfreie* Salz. Um hierbei die bei den verschiedenen Beobachtungsreihen erhaltenen Werthe mit einander vergleichen zu können, müssen dieselben mit bestimmten Factoren multiplicirt werden, da die Einstellung des Apparates nicht immer die gleiche war. Die

Factoren wurden festgestellt, indem dieselbe Substanz bei den einzelnen Beobachtungsreihen wiederholt auf ihren Magnetismus untersucht wurde. Sie betragen für die Reihen A: 1,30, B, C, D, E: 1, F: 0,922, G: 0,940, H: 0,891, J: 0,882, K: 0,846.

So ergeben sich folgende Resultate:

	<i>m</i>	<i>g</i>	$\frac{m}{g}$	μ
Schwefelsaures Nickeloxydul	28,74	1,563	18,40	1,426
Salpetersaures Nickeloxydul	23,40	1,464	15,67	1,433
Nickelchlorür	11,19	1,519	21,54	1,400
Schwefelsaures Kobaltoxydul	40,60	0,948	41,52	32,18
Salpetersaures Kobaltoxydul	66,80	1,966	33,98	31,09
Kobaltchlorür	44,93	0,954	47,08	30,58
Schwefelsaures Eisenoxydul I	58,44	1,123	52,05	39,56
„ „ II	51,28	1,004	51,07	38,82
„ „ III	48,26	0,947	50,95	38,73
Salpetersaures Eisenoxydul I	86,56	2,000	43,28	38,95
„ „ II	35,17	0,827	42,54	38,28
Eisenchlorür	49,23	0,810	60,78	38,58
Schwefels. Eisenoxydul-Ammoniak	28,20	1,457	19,35	37,95
Schwefelsaures Manganoxxydul	130,8	2,108	62,18	46,98
Salpetersaures Manganoxxydul	68,95	1,314	52,46	46,93
Essigsaures Manganoxxydul	32,11	0,605	53,03	45,86
Manganchlorür I	138,0	1,832	75,34	47,42
„ II	81,1	1,093	74,15	46,69
Schwefelsaures Chromoxyd I	25,99	1,322	19,65	38,63
„ „ II	25,48	1,328	19,14	37,61
Salpetersaures Chromoxyd I	17,95	1,170	15,34	36,59
„ „ II	48,20	3,093	15,38	37,16
„ „ III	31,99	2,040	15,68	37,39
Chromchlorid I	34,91	1,381	25,27	40,17
„ II	25,45	1,016	25,04	39,59
Schwefelsaures Eisenoxyd I	102,8	2,204	46,63	93,26
„ „ II	112,7	2,432	46,39	92,67
Salpetersaures Eisenoxyd	103,2	2,654	38,89	94,10
Eisenchlorid I	102,68	1,726	59,51	96,65
„ II	98,39	1,652	59,57	96,61
„ III	107,2	1,819	58,95	95,72

Bezeichnen wir mit dem Namen des *specifischen Magnetismus eines Salzes* das durch die magnetisirende Kraft Eins in der Gewichtseinheit desselben erregte temporäre magnetische Moment, so sind die in der Tabelle unter $\frac{m}{g}$

verzeichneten Werthe diesem specifischen Magnetismus proportional.

Die Werthe μ in der Tabelle sind erhalten, indem die Werthe $\frac{m}{g}$ jedesmal mit dem Atomgewicht des betreffenden Salzes multiplicirt wurden. Die Vergleichung dieser Werthe ergibt, dafs:

bei den analog zusammengesetzten Salzen desselben Metalles das Product des specifischen Magnetismus derselben mit ihrem Atomgewicht constant ist.

Es erinnert dieser Satz an einen ähnlichen Satz aus einem anderen Gebiete der Physik, nach welchem bei den analog zusammengesetzten Salzen derselben Säure das Product der specifischen Wärme derselben mit ihrem Atomgewicht gleichfalls constant ist.

Hiernach ist also auch *der durch die magnetisirende Kraft Eins erregte temporäre Magnetismus je eines Atoms der Verbindungen einer bestimmten Oxydationsstufe eines Metalls mit verschiedenen Säuren stets derselbe. Dabei verhalten sich die Sauerstoffsalze und Haloïdsalze ganz gleich.*

Vergleicht man die mittleren magnetischen Momente je eines Atoms der Nickel-, Kobalt-, Eisen- und Manganoxydulsalze, so sind dieselben

für die Nickeloxydulsalze	142
» » Kobaltoxydulsalze	313
» » Eisenoxydulsalze	387
» » Manganoxydulsalze	468.

Es steht also der Magnetismus je eines Atom der Kobaltoxydulsalze (313) sehr nahe in der Mitte zwischen den Magnetismen je eines Atoms der Nickel- und Manganoxydulsalze ($\frac{1}{2}(142 + 468) = 305$). In gleicher Weise ist der Magnetismus je eines Atoms der Eisenoxydulsalze (387) das Mittel zwischen den Magnetismen je eines Atoms der Kobalt- und Manganoxydulsalze ($\frac{1}{2}(313 + 468) = 390,5$). Die Magnetismen der erwähnten vier Salzreihen würden also sehr annähernd durch die Formeln a , $a + b$, $a + 1\frac{1}{2}b$, $a + 2b$ ausgedrückt werden.

Es wäre wohl interessant zu untersuchen, ob auch die übrigen physikalischen Eigenschaften dieser Salzreihen in ähnlichen Verhältnissen zu einander stehen, wie ihr magnetisches Verhalten.

Beachtenswerth erscheint es ferner, dafs bei gleichen Zuständen der verschiedenen Metalle in ihren Verbindungen, wie in den Oxydulsalzen, nicht das Eisen, sondern das Mangan den höchsten Magnetismus zeigt.

Die Salze der verschiedenen Oxydationsstufen desselben Metalles (Eisen) besitzen dagegen bei gleichem Metallgehalt einen sehr verschiedenen Magnetismus. So verhält sich der Magnetismus der Oxydulsalze des Eisens zu dem der Oxydsalze bei gleichem Eisengehalt (1Fe) etwa wie $387 : 466 = 1 : 1,21$.

Diese Beobachtung schliesst sich den schon früher bekannten Thatsachen an, nach denen die Verbindungsstufe, in der sich ein Metall in seinen Verbindungen mit einem anderen Stoffe befindet, vom wesentlichsten Einflufs auf sein magnetisches Verhalten ist. So ist eine Lösung von saurem chromsaurem Kali diamagnetisch; sie wird aber magnetisch, sobald die Chromsäure in ihr zu Chromoxyd reducirt wird. Ebenso ist das rothe Blutlaugensalz entschieden magnetisch, das gelbe schwach diamagnetisch usw.

Es ist indess nicht einmal erforderlich, dafs sich ein Atom eines Metalles mit verschiedenen Mengen Sauerstoff, Chlor, Cyan u. s. f. vereint, um ihm in seinen Salzen einen verschieden starken Magnetismus zu ertheilen. Es genügt dazu schon ein ungleiches moleculares Verhalten derselben Oxydationsstufe in ihren Verbindungen. So zeigten sich Anfangs bei der Untersuchung der Lösungen der verschiedenen Eisenoxysalze sehr bedeutende Abweichungen von der Gleichheit ihres Magnetismus bei gleichem Eisengehalte. Erst als die Lösungen durch Auflösung von frisch gefälltem und sorgfältig ausgewaschenem Eisenoxydhydrat in einem grossen Ueberschufs der Säuren dargestellt worden waren, ergaben sich die in den Tabellen angeführten constanten Resultate. Die Unregelmäßigkeiten beruhten, wie sich bald

zeigt
bei
sung
den
nen
den
tersa
dure
stän
sich
Geh
als
them
So
felsa
Salp
war
send
pete
fern
Rück
war
drat
Oxy
wen
ders
schw
netis
liche
gefä
sich
Es

1)
n
p
p
1

zeigte, auf der Anwesenheit von basischen Salzen, die selbst bei einem Ueberschuss von Säure sich in verdünnten Lösungen bilden können und meist durch die dunklere Farbe der Lösung (so beim salpetersauren Eisenoxyd) zu erkennen sind. Aus den Lösungen dieser Salze, wie auch aus den neutralen Lösungen des Eisenchlorides und salpetersauren Eisenoxydes kann bekanntlich das Eisenoxyd durch Dialyse in löslicher Form von der Säure fast vollständig geschieden werden¹⁾. In all diesen Fällen erwies sich der Magnetismus der Lösungen, wenn er auf einen Gehalt von einem Atom Eisenoxyd berechnet wurde, stets als zu klein im Verhältniss zu den oben erwähnten Werthen desselben in den sauren Lösungen der Salze (93,2). So betrug derselbe bei einer Lösung von trockenem schwefelsaurem Eisenoxyd, welches durch Abdampfen einer mit Salpetersäure oxydirten Lösung an Eisenvitriol dargestellt war, nur 83,6; bei einer Lösung von salpetersaurem Eisenoxyd, welches durch Auflösen von Eisen in heisser Salpetersäure, Abdampfen bei gelinder Wärme bis zur Entfernung des Ueberschusses der Säure und Auflösen des Rückstandes in Wasser erhalten war, nur 82,7. Ebenso war der Magnetismus einer Auflösung von Eisenoxydhydrat in Weinsäure viel zu klein, und eine Lösung desselben Oxydes in Essigsäure erwies sich sogar als diamagnetisch, wenn auch schwächer als reines Wasser, so dass das in derselben enthaltene Salz zwar magnetisch ist, indess so schwach, dass sein Magnetismus kleiner ist als der Diamagnetismus des zur Lösung erforderlichen Wassers. — Ein ähnliches Verhalten zeigte auch die essigsaure Lösung des frisch gefällten Chromoxydhydrats. In all diesen Fällen befand sich das Oxydhydrat zum Theil im colloïden Zustande. Es erschien deshalb von Interesse, auch eine reine Lösung

1) Vergl. über diese Salze die neueren Arbeiten von Scheurer-Kestner, *Ann. de chim. et Phys.* (3) T. LV, p. 330, 1859*, T. LXV p. 110, 1862*; — Ordway, *Silliman J.* (3) Vol. XXXIX p. 197; — Béchamp, *Ann. de chim. et phys.* T. LVII, p. 296, 1859*. — Graham, *Phil. Mag.* (4) Vol. XXIII, p. 204, 1861.

von colloïdem Eisenoxyd zu untersuchen. Diese Lösung wurde durch Dialyse mittelst Pergamentpapier aus einer Eisenchloridlösung gewonnen, die mit einer, zur Fällung des Oxydhydrats unzureichenden Menge von wässrigem Ammoniak versetzt war. Obgleich diese Lösung in 10 Cub.-Cent. 0,2 Grm. Eisenoxyd enthielt, zeigte sie sich doch kaum magnetisch. Die an dem Torsionsapparat beobachtete Ablenkung derselben durch den Magnet betrug in Theilen der Scala $+1,7^{\text{mm}}$, während die Ablenkung des reinen Wassers -22^{mm} entsprach.

Wurde die Lösung mit einem Tropfen Schwefelsäure versetzt und dadurch zum Coaguliren gebracht, wobei sich zugleich in der Lösung ein wenig schwefelsaures Eisenoxyd bildet, so stieg ihr Magnetismus, der jetzt erfolgende Ausschlag betrug $+7,5^{\text{mm}}$; und als nun die Lösung mit einem Fünftel ihres Volums Chlorwasserstoffsäure versetzt wurde, wodurch sich das niedergeschlagene Oxyd völlig löste, so ergab sich bei Anwendung eines gleichen Volums der nun erhaltenen sauren Lösung, wie bei den früheren Versuchen, ein Ausschlag von $+59,7^{\text{mm}}$.

Hiernach kann also derselbe magnetische Stoff, Eisenoxyd, im gelösten Zustande, je nach der Art, in der er in seinen Verbindungen enthalten ist, einen sehr verschiedenen Magnetismus zeigen. Umgekehrt könnte auch die magnetische Untersuchung entscheiden, ob das Eisenoxyd in seinen Verbindungen mit den Säuren in dem einen oder anderen Molecularzustand vorhanden ist.

V. Magnetismus der festen Salze.

Es wurde schliesslich noch der Magnetismus einer Reihe von Salzen in fester Form untersucht und mit dem Magnetismus der gelösten Salze verglichen. Die Salze wurden dabei fein gepulvert und, möglichst innig mit geglühter Kieselsäure zusammengerieben, in das Glasgefäß des Torsionsapparat gebracht. Die Kieselsäure war durch Fällen einer Lösung von Wasserglas mit Salzsäure, Abdampfen, Auswaschen und Glühen des Rückstandes dargestellt. Bei an-

der
erse
ratu
sich

Eisen

desgl

Schw

(kr

Schw

(kr

Schw

(w

Kiese

Salpe

(L

Schw

nia

Schw

seri

Eisen

Salpet

sun

Eisen

Chl

Chlor

Glasg

Salpet

(L

D

gano

chun

und

deren Versuchen wurde die Kieselsäure durch Clorkalium ersetzt, welches sehr fein gepulvert und bei hoher Temperatur sorgfältig getrocknet worden war.

Unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen fand sich nun:

	<i>M</i>	<i>M_I</i>	<i>T</i>	$\frac{T}{M_I^2}$
<i>A.</i>				
Eisenvitriol mit Kieselsäure	283	153,5	96	40,75
	400,5	212,2	181	40,21
desgl. mit Wasser versetzt	277,5	150,7	86	37,87
	401	212,7	168,5	37,26
Schwefelsaures Manganoxydul	211,8	116	153,7	114,2
(kryst.) mit Kieselsäure	272,8	148,2	249,7	113,7
Schwefelsaures Kobaltoxydul	273,6	148,7	40,8	18,45
(kryst.) mit Kieselsäure	395	209,8	82	18,63
Schwefelsaures Kobaltoxydul	277	150,5	95	41,95
(wasserfrei) desgl.	395	209,8	181,3	41,19
Kieselsäure	282	153	-2	-0,85
Salpetersaures Manganoxydul	212,3	116,5	98,3	72,41
(Lösung)	274	149	159,6	71,90

B.

Schwefels. Eisenoxydul-Ammoniak (kryst.) mit Kieselsäure	217,5	119,1	90	63,45
	321	173	185	61,83
Schwefels. Kobaltoxydul II (wasserfrei) desgl.	216	118,4	56,5	40,29
	331	178,1	128	39,89
Eisenchlorür mit Kieselsäure	267,2	145,4	11,3	5,34
	387	205,9	22,3	5,26
Salpetersaures Manganoxydul (Lösung)	270,5	147	150	69,42
	387,3	206	297	70,00

C.

Eisenchlorid (wasserfrei) mit	267,5	145,5	166	78,39
Chlorkalium	395	209,8	342,8	77,87
Chlorkalium	284,6	154,4	-8,5	-3,57
	417,5	220,9	-18,6	-3,81
Glasgefäß leer	410	217,2	-3	-0,64
Salpetersaures Manganoxydul	267,5	145,5	153,3	72,49
(Lösung)	388,8	206,8	310,2	72,52

Die hier verwendete Lösung des salpetersauren Manganoxyduls ist dieselbe, welche schon bei der Untersuchung des Magnetismus der gelösten Salze benutzt wurde und für die magnetisierende Kraft Eins mit dem Glas-

gefäßs das mittlere Moment $\frac{T}{M_I^2} = 63,4$ zeigte. Durch diese Bestimmungen kann man die hier erhaltenen Resultate mit den früheren vergleichen. Es müssen dazu die bei den Reihen *A, B, C* gefundenen Quotienten $\frac{T}{M_I^2}$ mit den Factoren 0,878, 0,907 und 0,875 multiplicirt werden.

Um nun aus den so gefundenen Werthen, welche in der folgenden Tabelle mit *S* bezeichnet sind, den Magnetismus der magnetischen Salze für sich zu berechnen, kann man bei den Mischungen mit Kieselsäure ohne besonderen Fehler den Magnetismus des mit letzterer gefüllten Glasgefäßes direct von den Werthen *S* subtrahiren, da der Magnetismus der von dem Salz verdrängten Kieselsäure zu vernachlässigen ist. Bei der Mischung des Eisenchlorides mit Chlorkalium betrug das Gewicht des Chlorkaliums im Glasgefäß 13,86 Grm. Der Magnetismus der das Glasgefäß erfüllenden Menge von Chlorkalium (15,95 Grm.) betrug $-(3,22 - 0,56) = -2,66$. Es ist also zu dem Magnetismus *S* der Mischung der Werth $2,66 \cdot \frac{13,86}{15,96}$ zu addiren, um den Magnetismus des Eisenchlorides für sich zu erhalten. — Bei der mit Wasser versetzten Mischung des Eisenvitriols mit Kieselsäure betrug der Magnetismus des mit reiner Kieselsäure gefüllten Glasgefäßes $-0,75$, der Magnetismus des das Glasgefäß erfüllenden Wassers (14 Grm.) betrug $-(5,62 - 0,75) = -4,87$. Da nun in der Mischung nur 11,38 Grm. Wasser enthalten waren, so muß hier zu dem Werthe *S* die Summe $0,75 + 4,87 \cdot \frac{11,38}{14,00} = 4,66$ addirt werden, um den Magnetismus des Eisenvitriols zu erhalten. Auf diese Weise sind die in der folgenden Tabelle unter *m* angeführten Werthe der Magnetismen der reinen magnetischen Salze gefunden. Die Werthe *g* bezeichnen daselbst wie früher die in je 10 Cubcent. der Mischung enthaltene Menge des wasserfreien Salzes (mit Ausnahme des schwefelsauren Eisenoxydul-Ammoniaks). Die Werthe μ_1 sind

wie
Aton

Schw
dul
säu
Schw
(w
Schw
(w
Schw
(kr
Dasse
setz
Eisen
Kie
Schw
mo
Schw
(kr
Eisen
mit

I
chun
sung
schie
Salz
in g
dene
gleich
hend
Resu
mus
wie
und
stall
I
wege
größ
1) I

wie oben durch Multiplication des Quotienten $\frac{m}{g}$ mit dem Atomgewicht des entsprechenden Salzes erhalten.

	g	m	g	$\frac{m}{g}$	μ	μ
Schwefelsaures Kobaltoxydul (kryst.) mit Kieselsäure	16,29	17,14	0,450	38,09	29,5	31,3
Schwefels. Kobaltoxydul I (wasserfrei) desgl.	36,51	37,26	0,977	38,13	29,5	31,3
Schwefels. Kobaltoxydul II (wasserfrei) desgl.	38,10	37,68	0,961	39,19	30,4	31,3
Schwefels. Eisenoxydul ¹⁾ (kryst.) desgl.	35,55	36,30	0,758	47,87	36,8	38,7
Dasselbe mit Wasser versetzt	32,98	37,63	0,758	49,65	37,7	38,7
Eisenchlorür (wasserfrei) mit Kieselsäure	4,82	4,50	0,078	57,71	36,6	38,7
Schwefels. Eisenoxydul-Ammoniak (kryst.) desgl.	56,84	56,42	2,713	20,81	40,8	38,7
Schwefels. Manganoxydul (kryst.) desgl.	100,00	100,75	1,654	60,92	46,0	46,8
Eisenchlorid ¹⁾ (wasserfrei) mit Chlorkalium	68,34	71,21	1,285	55,41	90,0	93,2

Die verhältnißmäfsig nicht allzubedeutenden Abweichungen dieser Resultate von den frühern, bei den Salzlösungen erhaltenen Werthen μ möchten namentlich darauf zu schieben seyn, dafs es unmöglich ist, die Gemische der Salze mit der Kieselsäure an allen Stellen des Glasgefäfses in gleicher Dichtigkeit zu vertheilen, so dafs bei verschiedenen Versuchen mit derselben Mischung leicht eine ungleich starke Anhäufung derselben in der Nähe des anziehenden Magnetes eintreten kann. Es erlauben aber diese Resultate wohl den Schluß zu ziehen, dafs *der Magnetismus der Salze im trocknen Zustande nahezu derselbe ist, wie der Magnetismus derselben Salze im gelösten Zustande, und dafs die Verbindung der wasserfreien Salze mit Kry stallwasser ihren Magnetismus nicht wesentlich ändert.*

Bei einzelnen Salzen, die ihrer zähen Beschaffenheit wegen nicht sehr fein vertheilt werden können, und so in gröfseren Massen bei einander bleiben, in welchen die ein-

¹⁾ Enthält geringe Mengen von in Wasser unlöslichem Oxyd.

zelenen Theilchen eine magnetisirende Wechselwirkung aufeinander ausüben können, fallen die Werthe $\frac{m}{g}$ etwas zu hoch aus, so z. B. bei dem auf trockenem Wege erhaltenen rothen Chromchlorid um $\frac{1}{8}$ des erwarteten Resultates.

Um das eben ausgesprochene Resultat auch bei den unlöslichen Salzen zu prüfen, wurde das Glasgefäß mit einer Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul gefüllt und sein Magnetismus bestimmt. Sodann wurde etwa die Hälfte der Lösung entfernt, das Glasgefäß durch Zusatz einer Lösung von phosphorsaurem Natron oder kohlensaurem Natron wieder gefüllt, und nach gehörigem Umschütteln der Magnetismus beobachtet. So ergab sich:

	M	M_1	T	$\frac{T}{M_1}$
Schwefelsaures Kobaltoxydul	267,8	145,6	87,5	41,27
	377	201	165,6	41,00
Phosphorsaures Kobaltoxydul	269	146,2	41,5	19,41
	386	205,3	82	19,45
Kohlensaures Kobaltoxydul	271,5	147,5	46,5	21,37
	385,2	205	89,5	21,29
Wasser	268	145,8	-12,5	-5,90
	363,5	194,4	-25,7	-6,80

Subtrahirt man jedesmal von dem Werthe $\frac{T}{M_1}$ für die Salze denselben Werth für das Wasser, so müssen die so erhaltenen Werthe m den jedesmal vor der Füllung im Glasgefäß enthaltenen Mengen G der Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul proportional seyn, wenn in den gefällten unlöslichen Salzen derselbe temporäre Magnetismus erregt wird, wie in der ihnen aequivalenten Menge des schwefelsauren Kobaltoxyduls, und der Diamagnetismus des in der Lösung gebildeten schwefelsauren Natrons vernachlässigt wird, durch dessen Berücksichtigung die bei den unlöslichen Salzen gefundenen Werthe ein wenig größer werden. Es ist aber:

	m	G	$\frac{m}{G}$
Schwefelsaures Kobaltoxydul	47,5	15,318	30,97
Phosphorsaures Kobaltoxydul	25,8	8,633	29,87
Kohlensaures Kobaltoxydul	27,7	9,856	28,10

Bei einem gleichen Verfahren mit einer Lösung von schwefelsaurem Manganoxydul fanden sich folgende Resultate:

	M	M_1	T	$\frac{T}{M_1}$
Schwefelsaures Manganoxydul	269,4	146,4	148,5	69,28
	390	207,4	297,3	69,18
Phosphorsaures Manganoxydul	266,5	144,9	69,5	33,10
	383,5	204	138	33,16
Kohlensaures Manganoxydul	266,5	144,9	57,2	27,24
	389	207	118	27,54

Woraus folgt:

	m	G	$\frac{m}{G}$
Schwefelsaures Manganoxydul	75,63	15,296	49,43
Phosphorsaures Manganoxydul	39,53	8,164	48,42
Kohlensaures Manganoxydul	33,80	8,04	42,04

Die Abweichungen der Resultate bei den kohlensauren Salzen, welche sich in noch höherem Grade und in gleichem Sinne bei dem durch kochendes Wasser ausgewaschenen kohlensauren Manganoxydul zeigen, möchten wahrscheinlich auf der mehr oder minder bedeutenden, je nach der Darstellungsart verschieden starken Basicität dieser Salze beruhen ¹⁾.

Die in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilten Zahlenresultate weichen vielfach und wesentlich von den früher von Plücker ²⁾ erhaltenen Werthen der Magnetismen der verschiedenen Stoffe ab. Der Grund hiervon möchte hauptsächlich in der gröfsern Reinheit der Stoffe zu finden

1) Vergl. H. Rose, Pogg. Ann. Bd. LXXXV, S. 107; Bd. LXXXVI, S. 99, 1852*.

2) Plücker, Pogg. Ann. Bd. LXXIV, S. 336 ff. 1248*.

seyn, welche zu unseren Versuchen verwendet wurden. Auch betrachtet Plücker selbst (l. c. S. 353) wegen der Unsicherheit über diesen Punkt die von ihm gefundenen Zahlen als nicht definitiv feststehend.

Nach unseren Versuchen können wir uns die Frage stellen, ob und in wie weit dieselben einen Aufschluß geben über das magnetische Verhalten der Salze und namentlich, welchem Bestandtheil derselben ihre Magnetisirbarkeit zuzuschreiben sey.

Wir haben nun beobachtet, daß die Salze im krystallisirten Zustande in ihrer Verbindung mit Hydratwasser dasselbe magnetische Moment besitzen, wie im wasserfreien Zustande; der Magnetismus je eines Atoms derselben muß also von der Verbindung mit dem Wasser unabhängig seyn und kann nur auf der Magnetisirbarkeit des wasserfreien Salzatoms beruhen. Ferner aber zeigt sich, daß auch die Atome der verschiedenen Salze derselben Oxydationsstufe eines Metalles durch dieselbe magnetisirende Kraft nahezu einen gleichen Magnetismus erhalten; es muß also wiederum die Magnetisirbarkeit von den Stoffen nahezu unabhängig seyn, welche mit dem betreffenden Oxyd verbunden sind. Wenn nun endlich auch Haloïdsalze denselben Magnetismus ihres Atoms besitzen, wie die ihnen entsprechenden Sauerstoffsalze, so kann es wiederum nicht das mit den Säuren verbundene Oxyd, sondern nur das den beiden Salzgruppen gemeinschaftliche Metall seyn, welches den Salzen ihre magnetischen Eigenschaften ertheilt. Aehnlich wie bei den elektrolytischen Vorgängen werden wir also auch bei den magnetischen Beziehungen der Salze dem Metall in denselben, sowohl in den Haloïdsalzen wie in den Sauerstoffsalzen eine gleiche Rolle anweisen und somit entsprechend der Davy-Daniell'schen Theorie in den Formeln derselben das Metall von den mit ihm verbundenen übrigen Stoffen trennen, und so das schwefelsaure Eisenoxydul, ebenso wie das Eisenchlorür: $\text{Fe} + (\text{SO}_3 + \text{O})$ und $\text{Fe} + \text{Cl}$ schreiben. Nur in dem Fall, daß wir mit

einzelne
so z.
ansehe
Oxydu
Diamag
gen B
Verhäl
daß s
sich b
tung e

Hie
das A
einen g
In
gen d
mus, v
und E
loiden
salze z

W
Beoba
eine b
viellei
die Th
wie si
den is
Magne
tischen
lagert
sichtig
durch

Ist
n die
entspre
äußere
momen

Pogge

einzelnen Chemikern die Haloïdsalze als Sauerstoffsalze, so z. B. das Eisenchlortür als muriumsaurer Eisenoxydul ansehen wollten, könnten wir den Magnetismus als dem Oxydul eigenthümlich betrachten. Der Magnetismus, resp. Diamagnetismus der mit dem Metallatom verbundenen übrigen Bestandtheile der Verbindungen ist wahrscheinlich im Verhältniß zu dem Magnetismus des Metallatoms so klein, daß sein Einfluß auf den Magnetismus der Verbindung sich bei der von uns angewandten Methode der Beobachtung entzieht.

Hiernach würde in allen ähnlich constituirten Salzen das Atom des Metalles durch gleiche magnetisirende Kräfte einen gleichen temporären Magnetismus erhalten.

In verschiedenen constituirten Verbindungen erhält dagegen dasselbe Metall hierbei einen verschiedenen Magnetismus, wie dieß das ungleiche Verhalten der Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze, so wie des gelösten Oxydes im colloidischen Zustande und in den Lösungen der basischen Oxydsalze zeigt.

Wenn sich die vorher erwähnten Resultate aus den Beobachtungen ergeben, ohne daß wir zu ihrer Ableitung eine besondere Theorie zu Hülfe nehmen müssen, so dürfte vielleicht der Versuch erlaubt seyn, auf dieselben auch noch die Theorie der drehbaren Molecularmagnete anzuwenden, wie sie bei den Eisen- und Stahlmagneten festgestellt worden ist. Hierbei hätten wir wieder die Größe des eigenen Magnetismus der einzelnen Molecüle, welche im unmagnetischen Zustande mit ihren Axen nach allen Richtungen gelagert sind, und die Größe der Cohäsionskräfte zu berücksichtigen, welche sich ihrer Drehung um den Schwerpunkt durch die äußeren magnetisirenden Kräfte entgegenstellen.

Ist m das magnetische Moment jedes Molecularmagnetes, n die Zahl der Molecularmagnete in der dem Atomgewicht entsprechenden Menge eines magnetischen Körpers, X die äußere magnetisirende Kraft, D das rücktreibende Drehungsmoment, durch welches die durch die Kraft X abgelenkten

Molecularmagnete zu ihren unmagnetischen Gleichgewichtslagen hingezogen werden, so ist das dem Atom des Körpers ertheilte magnetische Moment

$$M = \frac{2}{3} mn \frac{X}{D}, \text{ wenn } X < D$$

$$M = mn \left(1 - \frac{1}{3} \frac{X^2}{D^2} \right) \text{ wenn } X > D.$$

Nach der zweiten Formel würde sich das magnetische Moment der Stoffe mit wachsendem X einem Maximum nähern, nach der ersteren würde es dem X proportional seyn, wie wir dieß bei den Salzen beobachten. Bei diesen ist also der Werth der Cohäsionskräfte D gegen die angewendeten magnetisirenden Kräfte X bedeutend. Bestimmen wir nun das magnetische Moment gleicher Atomengen der verschiedenen Salze bei gleichen magnetisirenden Kräften, z. B. bei der Kraft $X = 1$, so erhalten wir stets nur das Verhältniß $\frac{mn}{D}$; die beiden Werthe mn , der dem Atom eigenthümliche Magnetismus sämmtlicher in einem Atom enthaltenen Molecularmagnete zusammen, und die von der Cohäsion abhängige Constante D lassen sich aber nicht gesondert beobachten; über die relative Größe derselben in jedem einzelnen Falle können wir nur nach Wahrscheinlichkeitsgründen entscheiden.

Sollte nun der Magnetismus der Salze ihrer ganzen Masse als solcher angehören, so müßten wir, um die Gleichheit des magnetischen Momentes des Atoms der festen und der in verschiedenen Lösungsmitteln gelösten Salze als Ganzes zu erklären, die Annahme machen, daß ihre Moleküle, welche in beiden Fällen ein gleiches eigenthümliches Moment mn besitzen, auch in beiden Fällen gleichen Kräften D ausgesetzt wären. Um ferner zu begründen, daß die festen wasserfreien, sowie wasserhaltigen und einander entsprechenden Sauerstoff- und Haloidsalze desselben Metalls gleiche temporäre Magnetisirbarkeit besitzen, müßten wir ihren Molekülen in all diesen sehr verschiedenen Verhältnissen sowohl ein gleiches eigenthümliches Gesamtmoment

mn , w
sich il
und l
portio
den s
geföh
wir w
Sitz d
wir d
ment
in all
in de
nium
besäfs
In
zeln:
sich d
zu ei
mente
eine
drehb
hen,
seyn
langt
nach
Es h
jedes
nen
auch
oder,
men
seyn
selbs
lecul
die,
Cohä
bend

mn , wie auch gleiche Cohäsionskräfte D zuschreiben, welche sich ihren Drehungen widersetzen, oder beide Größen mn und D müßten sich bei allen diesen Salzen einander proportional ändern. Diese Annahmen erscheinen indess bei den sehr verschiedenen Cohäsionsverhältnissen in den angeführten Fällen nicht besonders wahrscheinlich, so daß wir wieder darauf geführt werden, in dem Metallradical den Sitz des Magnetismus zu suchen. Dem Metallatom müßten wir dann in allen jenen Salzen ein gleiches Gesamtmoment mn beilegen und zugleich annehmen, daß dasselbe in allen Verbindungen, in denen es eine gleiche Lagerung in der Gruppe der mit einander verbundenen Atome einnimmt, eine gleiche Widerstandskraft D gegen die Drehung besäße.

In den krystallisirten Salzen sind nun jedenfalls die einzelnen Salzmoecüle in bestimmten Lagen geordnet. Würde sich die Anordnung bis auf die einzelnen Atomgruppen der zu einem Salzatom verbundenen Atome ihrer einfachen Elemente erstrecken, und würden in ihnen die Metallatome eine gleiche Lage besitzen, so wäre nach der Theorie der drehbaren Molecularmagnete von vornherein nicht abzusehen, wie das Salz im natürlichen Zustande unmagnetisch seyn könnte, da dieses Verhalten nach jener Theorie verlangt, daß die magnetischen Axen der Molecularmagnete nach allen möglichen Richtungen geordnet seyn müssen. Es bliebe dann die Wahl zwischen den Annahmen, daß jedes Salzmoecül aus einer großen Anzahl, in verschiedenen Lagen geordneter Salzatome bestände, mit denen also auch die Metallatome in ihnen verschieden gerichtet wären, oder, daß das Metallatom in den gleich gelagerten Salzatomen mit seiner magnetischen Axe verschieden gerichtet seyn könnte, oder endlich einfacher, daß das Metallatom selbst aus einer großen Anzahl verschieden gerichteter Molecularmagnete bestände. Durch letztere Hypothese würde die, allen analogen Verbindungen desselben Metalles gleiche Cohäsionskraft D auf das in denselben unverändert bleibende Metallatom selbst beschränkt.

Die verschiedene Magnetisirbarkeit der Krystalle nach verschiedenen Richtungen würde sich daraus ableiten, daß die Drehbarkeit der Molecularmagnete nach verschiedenen Richtungen verschieden groß wäre, oder daß die magnetischen Axen in den Salzmoecülen oder in den Metallatomen selbst überwiegend nach gewissen Richtungen hingerrichtet wären, so daß die äußern magnetisirenden Kräfte in verschiedenen Lagen der Krystalle in stumpferen oder spitzeren Winkeln gegen ihre magnetischen Axen geneigt wären und sie so bei sonst gleichen Verhältnissen verschieden stark ablenkten.

In den verschiedenen, einander *nicht* entsprechenden Verbindungen desselben Metalles (Eisenoxyd, Eisenoxyd- und Eisenoxydulsalze) könnten wir vielleicht annehmen, daß das Metall mit einem ungleichen eigenthümlichen Moment mn in die Verbindungen einging, und auch durch ungleiche Kräfte D an seiner magnetischen Drehung behindert würde. Auch geben wir ja z. B. bei Betrachtung der elektrolytischen Vorgänge dem Eisen in den Oxydsalzen ein Atomgewicht, welches nur zwei Drittel von dem des Eisens in den Oxydulsalzen ist.

Um das verschiedene Moment der ähnlich constituirten Salze verschiedener Metalle, z. B. der Manganoxydul-, Eisenoxydul-, Nickel- und Kobaltoxydulsalze zu erklären, müßten wir wieder den Werthen mn und D solche Werthe beilegen, daß die Quotienten $\frac{mn}{D}$ den Zahlenwerthen μ gleich werden, welche wir auf S. 22 aufgezählt haben. Ob nun hierbei mn und D gleichzeitig, oder nur der eine der beiden Werthe von Metall zu Metall sich ändert, läßt sich bis jetzt noch nicht entscheiden. Bei der geringen Abweichung der Atomgewichte jener Metalle untereinander, bei den geringen Unterschieden zwischen den Krystallformen ihrer Salze und den Kräften, mit denen sie das Krystallwasser¹⁾ festhalten usw.; dürfte es nicht ganz unwahrscheinlich seyn, daß die Cohäsionskräfte in ihnen nahezu

1) S. eine demnächst erscheinende Abhandlung.

einander gleich wären, und so die Werthe μ den eigenthümlichen Momenten mn der verschiedenen Metallatome in ihren Verbindungen entsprächen.

Wenn wir gefunden haben, daß in den homologen Verbindungen das Mangan viel stärker magnetisch ist, als das Eisen, bei den beiden Metallen im metallischen Zustande dagegen das umgekehrte Verhältniß stattfindet, so werden wir genöthigt seyn, diesen Unterschied auf die verschiedenen Cohäsionskräfte der Salze und der reinen Metalle zu schieben. Auch sehen wir ja, daß entsprechend dieser Angabe bei den Salzen, selbst bei Anwendung starker magnetisirender Kräfte noch keine Annäherung der temporären magnetischen Momente an das Maximum hervortritt, während dieselbe bei den Metallen sehr deutlich zu beobachten ist. Nach den Formeln S. 34 würden also bei den Metallen die Cohäsionskräfte D verhältnißmäfsig klein gegen die äufseren magnetisirenden Kräfte X seyn, bei den Salzen würden sie dagegen gröfser seyn.

Wir haben endlich beobachtet, daß die Temperaturerhöhung das magnetische Moment der Salze vermindert, und zwar bei den verschiedenen Salzen nahezu in gleichem Maafse. Diefes kann auf einer Verminderung des Magnetismus mn der Atome und auf einer Vermehrung der Gröfse des Drehungsmomentes D der Cohäsion beruhen. Da wir nun aber bei den Untersuchungen über die Cohäsion der Metalle im Allgemeinen eine, wenn auch nicht sehr bedeutende *Abnahme* der Kräfte beobachten, welche sich ihrer Gestaltsänderung entgegenstellen, so sollte hiernach im Gegentheil mit steigender Temperatur die Kraft D abnehmen. Damit also der Quotient $\frac{mn}{D}$ in dem von uns beobachteten Verhältniß (0,325 für 100° C.) sich vermindert, müfste der eigene Magnetismus mn der Atome noch etwas schneller sinken, als es die directen Beobachtungen für die Aenderungen des Magnetismus $\frac{mn}{D}$ mit der Temperatur ergeben. Bei den Metallen, z. B. weichem Eisen, bemerken wir he-

kanntlich bei der Temperaturerhöhung bis 100° kaum eine Aenderung, bei dem Stahl, je nach seiner Härte, eine Vermehrung oder Verminderung des temporären Magnetismus¹⁾. Es liegt dies hauptsächlich darin, daß hier die Veränderungen der Cohäsionskräfte viel stärker hervortreten, als bei den Salzen.

Wollten wir uns endlich bei Betrachtung des Einflusses der Temperaturerhöhung der Hypothese Ampères zuwenden, nach welcher der Magnetismus der Molecularmagnete auf Molecularströmen beruht, welche sie in gewissen festen Bahnen umfließen und mit ihnen durch die äußeren magnetisirenden Kräfte gerichtet werden, so würde die Abnahme des magnetischen Momentes mn der Molecularmagnete mit steigender Temperatur auf eine gleiche Abnahme der Intensität der Molecularströme zurückgeführt werden können. Da nun nach den früheren Betrachtungen der Magnetismus der Salze fast ausschließlich in den Metallatomen derselben zu suchen ist, so müßte also, mit Berücksichtigung der Veränderung der Cohäsion, die Intensität der die Metallatome umfließenden Molecularströme bei einer Temperaturerhöhung von 0 bis 100° um etwas mehr als $0,325$ abnehmen. Vielleicht dürfte es hierbei der Beachtung nicht unwerth erscheinen, daß in einem, nicht sehr weit davon abweichendem Verhältniß ($0,35$ — $0,38$) auch die Leitungsfähigkeit der Metalle selbst für den galvanischen Strom bei einer gleichen Temperaturänderung sich vermindert. Indes möchte es noch verfrüht erscheinen, schon jetzt aus dieser Beziehung sichere Schlüsse ableiten zu wollen.

Braunschweig, den 31. Mai 1865.

1) Vergl. diese Ann. Bd. CXXII, S. 346.

II.

un

Es i

Felds

halten

kein

Ortho

Albit

begle

man

finde

halten

am l

farbl

welc

ten,

Men

begl

und

woh

die

der

von

cher

und

chyl

sich

Kal

han

II. Ueber die Zusammensetzung von Oligoklas und Labrador etc.; von C. Rammelsberg.

Es ist eine unzweifelhafte Thatsache, daß die Glieder der Feldspathgruppe 1 At. Monoxyd gegen 1 At. Thonerde enthalten, oder daß der Sauerstoff beider = 1 : 3 ist. Aber kein einziger Feldspath enthält nur ein Monoxyd. Im Orthoklas sehen wir das Kali begleitet von Natron, im Albit das Natron begleitet von Kali, im Anorthit den Kalk begleitet von Alkalien, und in denjenigen Gliedern, welche man als Oligoklas, Labrador, Andesin usw. unterscheidet, finden wir Natron und Kalk in sehr verschiedenen Verhältnissen. Ferner ist es eine bekannte Thatsache, daß die am besten krystallisirten Feldspathe, deren Krystalle oft farblos und durchsichtig sind, immer nur solche sind, in welchen entweder bloß Alkalien, oder bloß Kalk auftreten, d. h. in welchen das Alkali nur von einer geringen Menge Kalk, oder der Kalk nur von sehr wenig Alkali begleitet wird. Diefes ist der Fall beim Orthoklas, Albit und Anorthit, während Oligoklas, Labrador und Andesin wohl kaum jemals durchsichtige farblose Krystalle zeigen, die denen jener ersteren sich vergleichen ließen.

Jeder der beiden Alkalifeldspäthe, der Orthoklas und der Albit, enthält aber nicht selten mehr als bloß Spuren von dem Alkali des anderen. Derjenige Orthoklas, welchen man *Sanidin* oder glasigen Feldspath zu nennen pflegt, und der einen charakteristischen Gemengtheil gewisser Trachyte, des Phonolits u. a. bildet, enthält in seinen durchsichtigen und farblosen Krystallen oft so viel Natron, daß Kali und Natron zuweilen sogar zu gleichen Atomen vorhanden sind. Denn einer derartigen Mischung, welche aus

Kieselsäure	66,59
Thonerde	18,98
Kali	8,69
Natron	5,74
	<hr/> 100

bestehen würde, entspricht der Sanadin verschiedener Fundorte, während andere Abänderungen ärmer an Natron sind.

Auch Orthoklase aus älteren Gesteinen sind zuweilen reich an Natron, so insbesondere die des norwegischen Zirkonsyenits, aber diese bilden nie durchsichtige Krystalle, oft nur blättrige Massen, und bei solchen hat die genauere Untersuchung gezeigt, daß sie mitunter regelmäßige Verwachsungen von Orthoklas und Albit sind, wie dies namentlich von dem sogenannten Perthit zuerst von Dufrenoy vermuthet, von Breithaupt u. A. aber bestimmt nachgewiesen wurde. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, daß das Natron vieler Orthoklasanalysen auf Rechnung von Albit zu setzen sey. Darf man aber behaupten, daß in allen Fällen ein Natrongehalt im Orthoklas eine solche Beimengung von Albitmasse voraussetzt, der Bruchtheil eines Procents im farblosen, durchsichtigen Adular ebensowohl, wie die bedeutende Menge von 1 At. gegen 1 At. Kali, die man in den Orthoklasen des Zirkonsyenits und im Sanidin gefunden hat? Ein solcher Gehalt an Natron würde voraussetzen, daß fast die Hälfte der Masse (genauer 48,5 Proc.) reiner Albit sey. Breithaupt hat allerdings auf gewisse Erscheinungen am Sanidin vom Drachenfels aufmerksam gemacht, welche auf eine Verwachsung, ähnlich wie bei dem sogenannten Perthit, hindeuten, und vom Rath ¹⁾ tritt dieser Ansicht bei, ohne sie jedoch bis jetzt für erwiesen zu halten ²⁾. Dieser Sanidin enthält

	nach		nach meiner	
	Berthier	Sauerst.	Analyse	Sauerst.
Kali	8 Proc.	= 1,36	10,32 Proc.	= 1,75
Natron	4 "	= 1,03	3,42 "	= 0,88

Er würde also

4 At. Albit	oder	1 At. Albit
5 " Orthoklas		2 " Orthoklas

1) Die Trachyte des Siebengebirges. S. 13.

2) G. Rose hat in geschliffenen Platten nur Risse und Sprünge, keine Einlagerung von Albit gefunden.

sey

beste

F

Albit

der

abwo

nen

I

liege

mak

alle

Aber

die

eben

F

nicht

Albit

bark

freie

erkl

Kali

Orth

Albit

wie

isom

kaun

von

an

Kry

1)

seyn, oder aus

Orthoklas	57	oder	68 Proc.
Albit	43		32 "

bestehen.

Eine Verwachsung beider Feldspathe, bei welcher die Albitmasse $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ des Ganzen ausmacht, müßte doch in der Form und in den optischen Eigenschaften vom Adular abweichen und die Verwachsung beider Mineralien erkennen lassen. Und doch ist dies nicht der Fall.

In einer interessanten Abhandlung, welche zu den vorliegenden Bemerkungen Anlaß gegeben hat, sagt Tschermak¹⁾, die chemische Untersuchung habe *bewiesen*, daß alle Kalifeldspathe mehr oder weniger Albit enthalten. Aber nicht die Analyse kann dies beweisen, sondern nur die Beobachtung, und diese betrifft gerade nicht die so eben angeführten natronhaltigen Orthoklase.

Hat ein natronhaltiger Feldspath, dessen Beschaffenheit nicht erlaubt, eine seinem Natrongehalt entsprechende Menge Albit als eingelagert anzunehmen, die rechtwinklige Spaltbarkeit und die optischen Eigenschaften des fast natronfreien Adulars, so dürfte sich dies doch wohl nur daraus erklären lassen, daß derselbe eine isomorphe Mischung von Kali-Orthoklas mit einem für sich nicht bekannten Natron-Orthoklas ist, welcher letztere natürlich nicht eingliedriger Albit, sondern zwei- und eingliedrig seyn muß, gerade so, wie das rhomboëdrische schwefelsaure Kali-Natron als eine isomorphe Mischung zweier Salze anzusehen ist, deren Form kaum geometrisch, weit mehr physikalisch verschieden ist von der gewöhnlichen des Kalisalzes.

Die meisten Analysen des *Albits* weisen einen Gehalt an Kali nach. Derselbe beträgt in *durchsichtigen farblosen* Krystallen von

Kiräbinsk	0,65 Proc. (Abich)
Windisch Matrei	0,5 " (Tschermak)
Col. du Bonhomme	1,06 " (Marignac).

1) Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 50.

In weissen, undurchsichtigen Krystallen:

Schreiberhau 1,21 Proc. (Lohmeyer).

Wenn man erwägt, daß die genaue Bestimmung der Alkalien nicht ganz leicht ist, wird man vermuthen dürfen, daß das Kali auch in Abänderungen nicht fehlt, in deren Analyse es nicht angegeben ist (St. Gotthardt, Pfisch).

Aber auch beim Albit hat die Beobachtung durchaus nicht bewiesen, daß der Kaligehalt, wie Tschermak annimmt, von einer Verwachsung mit Orthoklas herrührt.

Der *Anorthit* ist der reine Kalkfeldspath. Auch hier ist es eine bisjetzt noch unerwiesene Hypothese, die kleinen Mengen Kali und Natron, welche die Analysen ergeben, von einer Verwachsung mit Orthoklas und Albit ableiten zu wollen.

Alle übrigen Feldspathe enthalten *Kalk* (Magnesia) und *Natron* (Kali). In ihrer Form stimmen sie mit dem Kalkfeldspath oder Anorthit und dem Natronfeldspath oder Albit überein, aber ihre Unterschiede waren nach der bisherigen Ansicht in der Quantität der Kieselsäure begründet, da der Sauerstoff derselben im Labrador das sechsfache, im Andesin (wenn man denselben gelten lassen wollte) das achtfache, und im Oligoklas das neunfache von dem der Monoxyde beträgt.

Demnach hätten die Analysen beweisen müssen, daß das Sauerstoffverhältniß 1 : 3 : 6, d. h. dasjenige des Labradors, ebensowohl stattfindet, wenn im Labrador 1 At. Natron und 2 At. Kalk, als wenn 1 At. Natron und 3 At. Kalk vorhanden sind. Ist dieß richtig, so muß das Thonerde-Natronsilikat Na Al Si^3 dem Thonerde-Kalksilikat Ca Al Si^3 isomorph seyn, und wenn nun auch sonst entsprechend zusammengesetzte Natron- und Kalkverbindungen nicht dieselbe Form haben, konnte jener Schluß doch für diesen bestimmten Fall richtig seyn.

Wählen wir z. B. die Analyse des Labradors aus dem Gabbro von Neurode von vom Rath (I), und die des Labradors aus dem Gabbro des Radauthals am Harz von mir (II), so ist deren Zusammensetzung:

	I.		II.	
	Spec. Gew. = 2,707		2,817.	
		Sauerst.		Sauerst.
Kieselsäure	50,31	26,83	51,00	27,20
Thonerde	27,31	12,75	29,51	13,78
Eisenoxyd	1,71	0,51	Spur	
Kalk	10,57	3,00	11,29	3,22
Magnesia	0,78	0,31	0,28	0,11
Natron	4,81	1,23	3,14	0,80
Kali	1,55	0,26	2,09	0,35
Glühverlust	2,20		2,48	
	99,24.		99,79.	

Beide Analysen harmoniren mit der bisher angenommenen Labradorzusammensetzung, denn das Sauerstoffverhältniß ist

	R	: R	: Si	R, R	: Si
Angenommen	= 1	: 3	: 6	I	: 1,5
gefunden I	= 1,1	: 3	: 6,1	I	: 1,49
II	= 1,0	: 3	: 5,9	I	: 1,49.

Und doch ist der Sauerstoff von

	Na(K)	: Ca(Mg)
in I	= 1,49	: 3,31 = 1 : 2,2
II	= 1,15	: 3,33 = 1 : 2,9

oder = 1 : 2 und 1 : 3.

Oder wählen wir zwei *Oligoklase*, welche in dem Verhältnisse der Monoxyde verschieden sind, z. B. I. den von Tvedestrand (Scheerer) und II den von Arendal (Hagen):

	I.		II.	
	Spec. Gew. = 2,656		2,654 — 2,661 (Brth.)	
		Sauerst.		Sauerst.
Kieselsäure	61,30	32,70	63,51	33,87
Thonerde	23,77	11,12	23,09	10,80
Eisenoxyd	0,36	0,11	—	
Kalk	4,78	1,36	2,44	0,70
Magnesia	—		0,77	0,31
Natron	8,50	2,20	9,37	2,42
Kali	1,29	0,21	2,19	0,37
	100.		101,37.	

Das Sauerstoffverhältnifs ist:

	$\ddot{R} : \ddot{R} : \ddot{Si}$	$\ddot{R}, \ddot{R} : \ddot{Si}$
Angenommen =	1 : 3 : 9	1 : 2,25
Gefunden I =	1,0 : 3 : 8,74	1 : 2,18
II =	1,0 : 3 : 9,4	1 : 2,34.

Dabei ist der Sauerstoff von

	$\dot{Ca} (\dot{Mg}) : \dot{Na} (\dot{K})$
in I =	1,36 : 2,41 = 1 : 1,8
II =	1,01 : 2,79 = 1 : 2,8

oder nahezu = 1 : 2 und 1 : 3.

Allgemein hat man bis jetzt angenommen, dafs beide Oligoklase trotz dieser Verschiedenheit die normale Zusammensetzung haben, dafs die Abweichungen von der Rechnung zufällig seyn, und Niemand hat einen Werth darauf gelegt, dafs der natronreichere Oligoklas II auch reicher an Kieselsäure ist.

Allerdings ist schon öfter versucht worden, die Kalk-Natronfeldspathe als Mischungen von Albit und Anorthit darzustellen. Denn

	Sauerstoff von
	$\ddot{R} : \ddot{R} : \ddot{Si}$
1 At. Albit =	1 : 3 : 12
und 3 At. Anorthit =	3(1 : 3 : 4)
	<hr/>
	= 4(1 : 3 : 6) = Labrador.
1 At. Albit =	1 : 3 : 12
und 1 At. Anorthit =	1 : 3 : 4
	<hr/>
	= 2(1 : 3 : 8) = Andesin.
5 At. Albit =	5(1 : 3 : 12)
und 3 At. Anorthit =	3(1 : 3 : 4)
	<hr/>
	= 8(1 : 3 : 9) = Oligoklas.

Diese Idee würde begründet seyn, wenn jeder

Labrador	1 At. Natron	und 3 At. Kalk,
Andesin	1 " "	" 1 " "
Oligoklas	5 " "	" 3 " "

enthielte. Da aber das Atomverhältniß beider Basen in den Labradoren usw. ein wechselndes ist, so liefs sich auf diese Idee kein Werth legen.

In der oben angeführten Abhandlung hat nun Tschermak diese Ansicht, jedoch mit einer wesentlichen Modification, von neuem aufgestellt und zu begründen versucht. Nach ihm sind alle Kalk und Natron enthaltenden Feldspathe isomorphe Mischungen von Anorthit und Albit in bestimmten Verhältnissen. Demnach kann nur derjenige Labrador, welcher auf 1 At. Natron 3 At. Kalk enthält, die bisherige allgemeine Labradorformel oder das Sauerstoffverhältniß 1 : 3 : 6 ergeben; ein kalkärmerer, d. h. natronreicherer Labrador kann dieß nicht. Alle Labradore also, welche 1 At. Natron und 2 At. Kalk enthalten, müssen das Sauerstoffverhältniß 1 : 3 : $6\frac{2}{3}$ geben, oder der Sauerstoff der Basen und der Säure muß $= 1 : 1\frac{2}{3}$ seyn, weil sie Mischungen sind aus

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ At. Albit} & = & 1 : 3 : 12 \\ \text{und } 2 \text{ " Anorthit} & = & 2(1 : 3 : 4) \\ & = & 3(1 : 3 : 6\frac{2}{3}). \end{array}$$

Nur solche Oligoklase können der bisher angenommenen Oligoklasformel entsprechen, welche Kalk und Natron in dem Verhältniß von 3 : 5 At. enthalten. Solche aber, wie der von Tvedestrand, welche beide Basen in der Proportion 1 : 2 At. führen, müssen $9\frac{1}{3}$ mal so viel Sauerstoff in der Kieselsäure als in den Monoxyden, und $2\frac{1}{3}$ mal so viel als in sämtlichen Basen enthalten, denn sie sind ja Mischungen aus

$$\begin{array}{rcl} 2 \text{ At. Albit} & = & 2(1 : 3 : 12) \\ 1 \text{ " Anorthit} & = & 1 : 3 : 4 \\ & = & 3(1 : 3 : 9\frac{1}{3}) \end{array}$$

und bei solchen, welche Kalk und Natron $= 1 : 3$ At. enthalten, muß der Sauerstoff der Säure das 10fache von dem der Monoxyde und das $2\frac{2}{3}$ fache von dem der sämtlichen Basen seyn, weil

$$\begin{array}{rcl} 3 \text{ At. Albit} & = & 3(1 : 3 : 12) \\ 1 \text{ " Anorthit} & = & 1 : 3 : 4 \\ & = & 4(1 : 3 : 10), \end{array}$$

Die Oligoklase sind reicher an Natron und an Säure als die Labradore; dieß ist bekannt. Aber durchaus neu ist die Behauptung, daß alle diese Feldspathe in ihrem Gehalt an Säure stets abhängig sind von dem Verhältniß des Kalks zum Natron, und daß die Sauerstoffmultipeln von 6 und 9 keinesweges die allein gültigen seyen.

Es läßt sich nicht läugnen, daß mehre Umstände zu Gunsten dieser Ansicht sprechen. Schon ein flüchtiger Blick auf die zahlreichen Analysen solcher Feldspathe lehrt, daß viele durchaus nicht so viel Säure enthalten, als die bisherige Annahme ihrer festen Zusammensetzung verlangte. Ferner giebt es eine nicht geringe Zahl solcher, welche das Sauerstoffverhältniß 1 : 3 : 7 oder 1 : 3 : 8 zeigen, und die man bald als einen besonderen Feldspath (Andesin), oder als zersetzte Labradore oder Oligoklase betrachtete, ohne dafür in allen Fällen einen triftigen Grund zu haben.

Tschermak's Ansicht muß durch die vorhandenen Thatsachen geprüft werden; es muß sich ergeben, daß jedem bestimmten Verhältniß zwischen Kalk und Natron auch der erforderliche Kieselsäuregehalt entspricht; und daß die Uebereinstimmung des Kieselsäuregehaltes der beiden zuvor verglichenen Labradore nur zufällig sey. Ich habe deshalb die vorhandenen Analysen von Oligoklas, Andesin und Labrador berechnet, und stelle die Resultate hier zusammen. Bei dieser Berechnung ist $\text{Si} = 14$ gesetzt, wonach in 15 Th. Kieselsäure genau 8 Th. Sauerstoff (53,3 Proc.) enthalten sind. Ferner

Al = 13,65;	Thonerde = 46,8 Proc. Sauerstoff
Ca = 20	7 Kalk = 2 " "
Mg = 12	5 Magnesia = 2 " "
Na = 23	
K = 39.	

Diese Revision der vorhandenen Analysen hat leider die Ueberzeugung gewährt, daß viele von ihnen für die vorliegende Frage nicht brauchbar sind. Zunächst ist das Sauerstoffverhältniß von R : R häufig nicht = 1 : 3, es fehlt

an R oder es ist zuviel davon vorhanden. Alle Analysen dieser Art müssen ausgeschlossen bleiben, weil sie auf unreine oder zersetzte Feldspathsubstanz hindeuten, oder weil sie vielleicht überhaupt Fehler in sich schliessen, die sich durch Verluste oder Ueberschüsse zu erkennen geben.

Die zersetzende Einwirkung der Gewässer mit ihrem Gehalt an Sauerstoff, Kohlensäure und Salzen auf die Gesteine des uns zugänglichen Theils der Erdmasse ist so allgemein, dass auch die Feldspathe fast überall davon ergriffen sind; immer giebt sich diese Zersetzung durch Aufnahme von Wasser, häufig durch die Verminderung der starken Basen zu erkennen, aber auch in den Fällen, wo das Sauerstoffverhältniss $\text{R} : \text{R}'' = 1 : 3$ oder doch sehr nahe so getroffen wird, zeigt ein Wassergehalt die stattgefundenen Einwirkung an, bei welcher das fortgenommene R durch ein Aequivalent (vielleicht Natron durch Kalk) ersetzt ist. Solche Feldspathe sind hier *mit* zur Berechnung gezogen.

Auch habe ich mich nicht für berechtigt gehalten, Analysen auszuschliessen, die das Sauerstoffverhältniss $\text{R} : \text{R}''$ richtig oder nahe richtig geben, aber Verluste oder Ueberschüsse von 1 oder mehreren Procenten zeigen, wie z. B.

Labrador.		Differenz.
Neurode (aus Hypersth.)	v. Rath	+ 1,2 Proc.
Baste	Streng	+ 1,8 "
Färöer	Forchhammer	+ 1,5 "
Oligoklas.		
Elba	Damour	- 1,26 "
Halle	Laspeyres	+ 1,18 "
Arendal	Hagen	+ 1,37 "
Sala	Svanberg	- 2,0 "

usw. Solche fordern dringend zu wiederholter Untersuchung auf.

Ausgeschlossen blieben hier folgende, bei welcher der

Sauerstoff der R weniger als 0,9 oder mehr als 1,1 beträgt, wie die beigesetzten Zahlen darthun.

Labrador.

		Sauerstoff		Differenz
		von R	Wasser	
Clausthal	Metzger	0,63	3,6 Proc.	— 0,8 Proc.
Dalarne	Svanberg	0,8	1,75 "	— 1,4 "
Marmorera	v. Rath	1,3	2,76 "	+ 0,2 "
Aetna	Abich	1,33	0,4 "	— 1,6 "
M. Genève	Delesse	1,4	3,75	

Andesin.

Marmato	Deville	a) 0,8	0,76 "
		b) 0,8	1,25 "
		c) 0,8	2,2 "
Esterel Geb.	Deville	1,5	2,0 "

Oligoklas.

Ural	Jwreinow	0,7		— 1,5 "
Warmbrunn	Rg.	0,83		
Quenast	Delesse	0,83	1,2 "	— 0,3 "
Marienbad	Kersten	0,83		— 0,7 "
Visembach	Delesse	0,83	0,7 "	— 1,3 "
Stockholm	Berzelius	0,84		+ 0,16 "
Arriège	Laurent	0,84		— 0,6 "
A. d. Protogin	Delesse	0,86		— 0,1 "
Freiberg	Kersten	0,86		— 0,3 "
Röttchen	Bothe	0,86		
Havnefjord	Forchham.	0,86		— 1,3 "
Bourg. d'Oisans	Lory	0,88	1,7 "	— 0,3 "
Pargas	Bonsdorff	1,2	1,64 "	— 0,34 "
A. antik. Porphy	Delesse	1,24		
M. Genève	Delesse	1,37	1,9 "	— 0,14 "

Die nachfolgende Tabelle umfaßt also alle kalk- und natronhaltigen Feldspathe, in deren Analysen der Sauerstoff der Monoxyde, welcher = 1 seyn sollte, wenigstens = 0,9 oder höchstens = 1,1 ist. Der Eisengehalt ist als

Eisenoxyd berechnet, dessen Sauerstoff dem der Thonerde hinzugefügt ist, obwohl er vielleicht ebenso oft in Form von Eisenoxydul oder auch (zum Theil wenigstens) als Eisenglanz, Eisenglimmer oder als Oxydhydrat vorhanden seyn mag. Dafs die Magnesia, wo sie vorkommt, zum Kalk gerechnet ist, erscheint natürlich; dafs das Kali, dessen Menge bis zu 5 Proc. angegeben wird, in der Regel aber weit weniger beträgt, hier zum Natron gerechnet ist, wird von dem gebilligt werden, welcher in diesen Feldspathen eine isomorphe Beimischung von $K\ddot{A}lSi^6$ erblickt. Wenn man aber mit Tschermak das Kali von einer Verwachsung des betreffenden Labradors oder Oligoklases mit Orthoklasssubstanz herleitet, so hätte die Menge derselben zunächst berechnet und in Abzug gebracht werden müssen. Indessen hat dies für unseren Zweck kaum eine Bedeutung, da ja Orthoklas und Albit dasselbe Säureverhältnifs haben, und wir nur die Abhängigkeit dieses Verhältnisses von dem des Kalks und Alkalis prüfen.

Wie mir scheint, bestätigen die vorhandenen Analysen die Ansicht, welche Tschermak ausgesprochen hat. Denn wir sehen mit der Zunahme des Natrons auch die Zunahme der Kieselsäure, und letztere entspricht auch in vielen Fällen der theoretischen Menge. Manche Abweichungen freilich treten hervor, die wir dem nicht ganz reinen oder frischen Material oder der Analyse selbst zuschreiben müssen. Einige Beispiele mögen dazu dienen, die ausgesprochene Behauptung zu begründen.

Bisher mußte *jeder Labrador* das Sauerstoffverhältnifs 1 : 3 : 6 haben, d. h. der Sauerstoff der Basen und der Säure mußte $= 1 : 1\frac{1}{2}$ seyn. Nach der von Tschermak aufgestellten Ansicht kann dies aber nur der Fall seyn, wenn er 1 At. Natron gegen 3 At. Kalk enthält.

Wählen wir nun drei Labradore, die verschiedene relative Mengen Natron und Kalk enthalten, aus; z. B. I. einen von der Baste, von Streng untersucht, in welchem beide Basen $= 1 : 4,6$ also nahe $= 1 : 4,5$ sind; II. einen von mir

untersuchten aus derselben Gegend = 1:3, und III. Tschermak's neue Analyse desjenigen von der Küste Labrador, worin Na:2Ca, so ist der Sauerstoff

R : R̄ : Si		R, R̄ : Si	
Gefunden.	Berechnet.	Gefunden.	Berechnet.
I. 1,05 : 3 : 5,6	1 : 3 : 5,45	1 : 1,38	1 : 1,33
II. 1,0 : 3 : 5,9	1 : 3 : 6	1 : 1,49	1 : 1,5
III. 1,0 : 3 : 6,8	1 : 3 : 6,66	1 : 1,66	1 : 1,66.

Bisher sollte jedem *Oligoklas* das Sauerstoffverhältniß 1 : 3 : 9 = 4 : 9 = 1 : 2,25 zukommen. Jetzt kann dies nur stattfinden, wenn das Mineral 5 At. Natron gegen 3 At. Kalk enthält. Nun ist dies Verhältniß bei dem O. von der Albula (vom Rath's Analyse) nahezu vorhanden, während in dem O. von Hitteröe (Tschermak) fast 3 At. Natron auf 1 At. Kalk kommen. Hier ist der Sauerstoff:

R : R̄ : Si		R, R̄ : Si	
Gefunden.	Berechnet.	Gefunden.	Berechnet.
Alb. 1,0 : 3 : 9,3	1 : 3 : 9	1 : 2,32	1 : 2,25
Hitt. 1,0 : 3 : 10,0	1 : 3 : 10	1 : 2,47	1 : 2,5.

Immer sind *genaue* Analysen mit reinem Material noch sehr zu wünschen.

Eine treffliche Bestätigung der neuen Ansicht würde die Krystallform dieser isomorphen Mischungen gewähren; eine solche ist aber aus bekannten Gründen kaum zu erwarten. Wir kennen zwar die krystallographischen Constanten der beiden Grundverbindungen, des Anorthits und Albits, aber wir wissen von der Form der Mischungen kaum mehr als die Neigung der beiden Hauptspaltungsflächen (*P* und *M*). Da diese beim

Anorthit = 85° 48' G. Rose

85 50 Marignac. Kokscharow

Albit = 86 24 G. Rose

30 Marignac

41 Breithaupt

sind, so läßt sich erwarten, daß derselbe Winkel bei den

Mischungen innerhalb dieser Gränzen fallen werde. Nun sind die Angaben für

Labrador 86° 4' Tschermak

30 G. Rose

40 Marignac

Oligoklas 86° 8 Des Cloizeaux. Tschermak

15 Breithaupt

45 Derselbe.

Man sollte die Oligoklaswinkel gröfser als die Labradorwinkel erwarten, allein hier, wo es sich um Differenzen von höchstens einem halben Grad handelt, ist Schärfe kaum denkbar.

Will man den bisherigen Sprachgebrauch möglichst beibehalten, so dürfte es sich empfehlen, die Mischungen aus 1 At. Natron und n At. Kalk *Labrador*, die aus 1 und 1 At. *Andesin*, die aus 1 At. Kalk und n At. Natron aber *Oligoklas* zu nennen.

Wie schon bemerkt, ist die Betrachtung der mittleren Glieder der Feldspathgruppe als Mischungen zweier extremen Glieder eine sehr naheliegende und deswegen auch keinesweges neue. Insbesondere hat sich Sartorius von Waltershausen mit diesem Gegenstande früher ausführlich beschäftigt¹⁾. Eine Zusammenstellung aller Feldspathanalysen zeigte ihm das allmähliche Steigen der Kieselsäure, und veranlafste ihn zu der Behauptung, es gebe keine Gränze zwischen Anorthit und Labrador, Labrador und Oligoklas, Oligoklas und Albit.

Sieht man von dem angeblichen Krablit ab, der sich als ein Gemenge von Feldspath und Quarz herausgestellt hat, so mufs man anerkennen, dafs der Verfasser schon damals erklärte, der Sauerstoff der Kieselsäure sey bei vielen Feldspathen keine ganze rationale Zahl. Diefs führte

1) Ueber die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island. Göttingen 1853.

ihn zu der Annahme, alle Zwischenglieder seyen Mischungen von Albit und Anorthit ¹⁾).

Dessen ungeachtet ist die Ansicht Sartorius's principiell verschieden von derjenigen Tschermak's; letztere läßt sich, wie wir gesehen, durch die Thatfachen prüfen, und diese Prüfung ist zu ihren Gunsten ausgefallen. Jene aber ist eine bloße Hypothese, weil Sartorius in den beiden Grundverbindungen *eine proportionale Vertheilung der isomorphen Bestandtheile* annimmt, einen Labrador also als eine Mischung von einem Natron-Kalk-Anorthit mit einem Natron-Kalk-Albit betrachtet, mithin isomorphe Mischungen darin supponirt, die rein hypothetisch sind. Tschermak dagegen zeigt, daß die Zusammensetzung aller Zwischenglieder von dem Verhältniß des Natrons zum Kalk abhängt.

Auch Hermann hat ähnliche hypothetische Ansichten aufgestellt ²⁾, seine heteromeren Molecüle im Labrador, Andesin und Oligoklas sind aber nicht Anorthit und Albit, sondern kalk- und natronhaltige Verbindungen, stöchiometrisch jenen gleich. Erst Tschermak hat das Verdienst, die factische Abhängigkeit des Säuregehalts von dem Verhältniß der beiden Basen hervorgehoben zu haben.

1) Bei Sartorius findet sich auch die Idee, die Zwillingastreifung an Feldspathkrystallen sey eine Folge lamellarer Anlagerung verschiedener Glieder parallel *M*.

2) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 74, S. 256.

chun-
princi-
tztere
rüfen,
Jene
a den
eilung
r also
t mit
e Mi-
sind.
ng al-
s zum

ichten
rador,
Albit,
öchio-
dienst,
Ver-

n Feld-
er Glie-

Na:Ca	Sauerstoff		Wasser	Differenz der Analysen
	R:Si	R, R:Si		
L a b r a d o r .				
1 : 7	1 : 5	1 : 1,25		
1 : 7	1,1 : 5,1	1 : 1,3	1,9	+ 0,4
1 : 6,8	1,0 : 6,0	1 : 1,5		
1 : 4,5	1 : 5,454	1 : 1,333	0,57	- 0,6
1 : 4,6	1,05 : 5,6	1 : 1,38		
1 : 4,2	0,97 : 5,9	1 : 1,48	1,2	+ 1,8
1 : 4	1 : 5,6	1 : 1,4		- 0,2
1 : 3,8	1,13 : 6,3	1 : 1,5	3,0	- 0,7
1 : 3,5	0,95 : 6,2	1 : 1,58		- 0,1
1 : 3,2	0,9 : 6,88	1 : 1,77		
1 : 3	1 : 6	1 : 1,5		
1 : 3,2	0,95 : 5,9	1 : 1,49		- 0,5
1 : 3,0	0,97 : 6,8	1 : 1,7	0,5	- 0,2
1 : 3,0	0,95 : 5,9	1 : 1,5		- 0,4
1 : 3,0	0,94 : 5,9	1 : 1,5		- 0,34
1 : 3,0	1,0 : 6,0	1 : 1,5		- 1,0
1 : 3,0	1,0 : 5,9	1 : 1,49	2,5	- 0,2
1 : 3,0	1,0 : 7	1 : 1,76	0,5	- 1,0
1 : 3,0	1,0 : 5,8	1 : 1,45		+ 1,5
1 : 3,0	1,06 : 6,5	1 : 1,6	0,95	+ 0,47
1 : 3,0	1,0 : 6,9	1 : 1,73		+ 0,33
vom Rath				
Sart. v. Walterh.				
Streng				
Damour				
Streng				
Deville				
Klaproth				
Le Hunte				
Segeth				
Kersten a)				
b)				
c)				
Rammelsberg				
Klaproth				
Forchhammer				
Sart. v. Walterssh.				
b)				
c)				
Neurode (a. d. Forellen- stein)				
Aetna a)				
Baste (Harz)				
Berufford				
Baste				
Guadalupe				
Petersburg				
Glasgow				
Kiew				
Egersund				
b)				
c)				
Baste				
Labrador				
Färger				
Aetna b)				
b)				
c)				

Na : Ca	Neurode (aus Hyperst.)	vom Rath	Sauerstoff		Wasser	Differenz der Analysen
			R : Si	R, R̄ : Si		
1 : 2,8 1 : 2,5			1,0 : 6,0 1 : 6,285 .. (63)	1 : 1,5 1 : 1,57... (14)	0,6	+1,2
1 : 2,1 1 : 2,25 1 : 2,2 1 : 2,1 1 : 2	Nord. Geschiebe Campsie Neurode (a. Gabbro) Land	Dulk Le Hunte vom Rath Blomstrand	1,1 : 6,7 1,0 : 6,67 1,1 : 6,1 1,1 : 6,6 1 : 6,666	1 : 1,63 1 : 1,66 1 : 1,49 1 : 1,6 1 : 1,666	2,2	-0,8 -0,76
1 : 2,0 1 : 2,0 1 : 2,0 1 : 1,8 1 : 1,8 1 : 1,7 1 : 1,7	Labrador Rheinbaiern Esterel-Geb. (Andesin) Hitterde Morea Märk. Geschiebe Lavalens (Sog. Oligo- klas)	Tschermak Schmid Deville Waae Delesse Sart. v. Waltersrh. Lory	1,0 : 6,85 1,0 : 6,5 0,9 : 7,6 0,9 : 5,6 0,96 : 6,5 0,9 : 6,37 0,96 : 8,37	1 : 1,66 1 : 1,63 1 : 1,9 1 : 1,46 1 : 1,65 1 : 1,6 1 : 2,1	0,8 0,7 2,5 0,9 2,3	-0,2 -1,4 +0,96 +0,2
1 : 1,67 1 : 1,6 1 : 1,6 1 : 1,5	Ilfeld (a. Porphyrit) Pont St. Jean Oberstein	Streng Delesse "	0,9 : 6,3 0,9 : 6,2 0,9 : 6,5 1 : 7,2	1 : 1,6 1 : 1,6 1 : 1,7 1 : 1,8	2,4 2,4 3,0	-0,2 -0,1
1 : 1,5 1 : 1,5 1 : 1,5	Ojamo, Finland Botzen Piz Rosag (Oligo- klas)	Bonsdorff Delesse vom Rath	1,0 : 7,44 1,0 : 6,4 1,0 : 7,7	1 : 1,87 1 : 1,6 1 : 1,9	0,95 1,3	-0,8
1 : 1,45	Odern	Delesse	1,1 : 7,6	1 : 1,8	3,0	-0,2

Na : Ca	Neurode (aus Hyperst.)	vom Rath	Sauerstoff		Wasser	Differenz der Analysen
			R : Si	R, R̄ : Si		

1 : 1,45	Oderu	Delesse	1,1 : 7,6	1 : 1,8	VWasser	Differenz der Analysen
Na : Ca	Sauerstoff		R : Si	R, R : Si		

Andesin und Oligoklas.

1 : 1,2	Marmato a)	Abich	0,96 : 8,0	1 : 2,03		
1 : 1,12	Pikaranta	Jewreinow	0,94 : 8,2	1 : 2,08		+0,16
1 : 1			1 : 8	1 : 2		
1 : 1	La Brese	Delesse	0,98 : 8,0	1 : 2,0	0,9	-0,7
1 : 0,93	Frankenstein (Sacchari)	Schmidt	1,0 : 8,3	1 : 2,08	2,2	
1 : 0,94	Sala	Svanberg	0,9 : 8,5	1 : 2,18	1,0	-2,0
{ 1 : 0,86	Marmato	Rammelsberg	1,07 : 8,24	1 : 2,03		+0,86
{ 1,16 : 1	Baumgarten	Varrentrapp	1,1 : 7,9	1 : 1,9		
1,2 : 1	Pikruti	Struve	0,96 : 8,6	1 : 2,16	0,62	
1,2 : 1	Belfahy	Delesse	0,9 : 6,4	1 : 1,65	2,3	-0,2
1,25 : 1			1 : 8,44 ..	1 : 2,11 ..		
			(8 $\frac{1}{2}$)	(2 $\frac{1}{2}$)		
1,26 : 1	Puy de Dome	Kossmann	1,0 : 9,9	1 : 2,47	0,1	+0,46
1,48 : 1	Servance	Delesse	0,94 : 8,0	1 : 2,04	1,27	-0,5
1,5 : 1			1 : 8,8	1 : 2,2		
1,6 : 1	Elba	Damour	1,06 : 9,56	1 : 2,36		-1,26
1,66 : 1			1,0 : 9	1 : 2,25		
1,7 : 1	Albula	vom Rath	1,0 : 9,3	1 : 2,32		
1,7 : 1	Arendal	Rosales	0,94 : 8,8	1 : 2,21	1,0	+0,3
1,8 : 1	Tvedestrand	Scherrer	1,0 : 8,74	1 : 2,18		+0,87
1,8 : 1	Coravillers	Delesse	0,93 : 8,0	1 : 2,0		
2 : 1			1 : 9,333	1 : 2,333	0,98	
2,0 : 1	Schaitansk	Bodemann	0,97 : 9,7	1 : 2,45		-0,24
2,0 : 1	Ytterby	Berzelius	1,0 : 8,8	1 : 2,2		-0,6
2,0 : 1	Flensburg	Wolff	1,0 : 9,85	1 : 2,46		-0,2

III. Ueber Störung der Funken-Entladung des Inductoriums durch seitliche Nähe isolirender Substanzen; von J. C. Poggendorff.

(Aus d. Monatsberichten d. Akad. Juli 1865.)

Als ich zur Prüfung der beiden, neuerlich von der Akademie bewilligten Inductorien dieselben zunächst auf ihre Schlagweite untersuchte, boten sich mir einige bemerkenswerthe und, wie ich glaube, noch nicht beschriebene Erscheinungen dar, von welchen ich mir erlauben will hier eine kurze Nachricht zu geben.

Am deutlichsten beobachtet man sie bei dem größten dieser Apparate, der einen Inductionsdraht von nahe 20000 Meter besitzt, und theils deshalb, theils seiner vortrefflichen Ausführung wegen von sehr kräftiger Wirkung ist. Angeregt durch den in Quecksilber unterbrochenen Strom einer Batterie von drei Bunsen'schen Elementen mittlerer Größe hat derselbe zwischen zugespitzten Elektroden aus dicken Kupferdrähten eine Schlagweite von $8\frac{1}{2}$ par. Zoll, die auf 10 Zoll (27 Centimeter) steigt, wenn man die negative Elektrode mit einer Scheibe versieht¹⁾.

1) Wie alle Inductorien von Siemens und Halske hat auch dieses obenauf eine ganz aus Metall gearbeitete Entlade-Vorrichtung. Ich bediene mich indess derselben nicht, sondern ziehe es vor die Elektroden von dem Apparate zu trennen, sie nur durch Drähte mit demselben zu verknüpfen und von Glasständern tragen zu lassen, die an einer auf dem Tische liegenden Holzscale verschiebbar sind. In gleicher Weise versetze ich die Metallscheibe, welche man gewöhnlich durch Anschrauben an der negativen Elektrode befestigt, mit einem beweglichen Glasfuß.

Diese zu Experimentiren mit großen Schlagweiten (für kleine gebrauche ich das Funkenmikrometer) sehr bequeme Vorrichtung hat unter Anderen den Vortheil, daß man während des Ueberspringens der Funken Veränderungen mit der Entladung vornehmen, und verschiedene Erscheinungen mit Leichtigkeit wahrnehmen kann, die sonst nur schwierig zu beobachten sind.

So z. B. fand ich auf diese Weise, daß die Scheibe, auch wenn sie die negative Elektrode nicht berührt, einen verstärkenden Einfluß

Elektrische Funken von solcher Länge gehen bekanntlich in Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit niemals in gerader Linie, sondern beschreiben eine eigenthümlich geschlungelte oder gezackte Bahn die bei jeder Entladung eine andere Gestalt besitzt. Es ist demnach klar, daß man bei ihnen eine Unterscheidung machen muß zwischen Funkenlänge und Schlagweite d. h. dem gegenseitigen Abstand der Elektroden, zwischen welchen die Entladung stattfindet. Vermöchte man die Funkenbahn zu rectificiren, so würde man sie offenbar um ein Ansehnliches, vielleicht ein Viertel oder Drittel, größer finden als die Schlagweite.

Diese Betrachtung führte mich zu der Frage, ob es nicht auf die Schlagweite ausübt. Man kann sie gut einen halben Zoll und mehr entfernt von der negativen Elektrode aufstellen, und dennoch durchspringt der Funke zwischen ihr und der positiven Elektrode fast dieselbe Strecke wie im Fall sie die negative berührt, so daß, da man zugleich einen Funken zwischen der Scheibe und der negativen Elektrode bekommt, die Summe der beiden Schlagweiten noch etwas größer ist als die einzige im Fall der Berührung.

Rückt man die Scheibe weiter ab von der negativen Elektrode, so wird der Funke auf der positiven Seite jedoch kürzer. Bei 2 oder $2\frac{1}{2}$ Zoll Abstand ist, unter den Umständen, unter welchen ich experimentirte, kaum ein Unterschied zwischen den Schlagweiten zu beiden Seiten der Scheibe; diese steht also fast in der Mitte zwischen den Elektroden, welche ungefähr einen gegenseitigen Abstand von 5 Zoll haben.

Der einzige Unterschied zwischen den beiden Funken besteht darin daß die von der positiven Elektrode ausgehenden auf den centralen Theil der Scheibe schlagen, während auf der andern Seite die Funken von dem Rande der Scheibe zu der negativen Elektrode überspringen, wie denn überhaupt die Funken zu beiden Seiten der Scheibe, wenn sie einigermaßen lang sind, fast nie in ihrer gegenseitigen Verlängerung liegen.

Schiebt man die Scheibe ganz an die positive Elektrode, so ist die Schlagweite des einzigen Funkens, den man alsdann bekommt, wiederum etwas größer; allein sie ist doch im Vergleich zu der Schlagweite zwischen Spitzen mehr verringert, als diese durch Berührung der negativen Elektrode mit der Scheibe vergrößert wird. Während sie nämlich im letzteren Fall von $8\frac{1}{2}$ Zoll auf 10 steigt, sinkt sie im ersteren auf $5\frac{1}{2}$ bis 6 Zoll.

Nach Größe der Scheibe und nach Intensität des Stroms sind natürlich die Erscheinungen verschieden, doch im Ganzen ähnlich. Kleinere Scheiben wirken minder kräftig als größere.

möglich sey, die Funken zu zwingen, eine gerade Bahn zu beschreiben, dadurch z. B., daß man sie durch eine Glasröhre leite.

Demgemäß nahm ich zuvörderst eine enge Thermometerröhre und schob in dieselbe, von jedem Ende her, einen Platindraht von 0^m,3 Dicke, der das Lumen derselben locker ausfüllte. Bei jeder Entladung des Apparats zwischen diesen Drähten erhielt ich nun wirklich einen geradlinigen Funken oder vielmehr einen leuchtenden Strich von großer Helligkeit; aber, was ich nicht erwartet hatte, die Schlagweite, hier identisch mit der Funkenlänge, war nicht nur nicht länger, sondern mindestens 2 Zoll kürzer als in freier Luft, betrug nämlich ungefähr $6\frac{1}{2}$ par. Zoll, statt der früheren $8\frac{1}{2}$.

Vermuthend, es möge diese Verkürzung davon herrühren, daß die Luft durch die Gewalt der Entladung heftig ausgedehnt worden sey, und nicht rasch genug habe entweichen können, nahm ich jetzt bei Anwendung derselben dünnen Platin-Elektroden eine weitere Röhre, von 1 Lin. innerem Durchmesser. Allein wiewohl nun gewifs Spielraum genug für die Ausdehnung der Luft vorhanden war, erwies sich dennoch die Schlagweite nicht vergrößert, eher etwas kleiner als vorhin. Der Funke bestand übrigens auch jetzt noch aus einem fast geraden Strich von großer Helligkeit.

Nun schritt ich zu Röhren von größerer Weite, von respective $1\frac{1}{2}$, 4, $7\frac{3}{4}$ und $8\frac{1}{2}$ par. Lin. innerem Durchmesser und entlud darin den Apparat zwischen Elektroden aus Kupferdrähten von 1 Lin. Dicke, welche durch locker die Röhren verschließende und in der Mitte durchbohrte Korke in der Axe der Röhren gehalten wurden. Auch in allen diesen Röhren war die Schlagweite geringer als in freier Luft, obwohl sie zunahm mit dem Durchmesser; sie betrug nämlich respective 5, $5\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$ und $7\frac{1}{2}$ par. Lin. Allein der Funke war jetzt nicht mehr geradlinig, sondern geschlängelt wie in freier Luft, nur vielleicht nicht ganz so stark, jedoch stets heller als unter gewöhnlichen Umständen.

Röhren von Wachstaffet und Kautschuck zeigten im Ganzen dieselben Erscheinungen.

Ebenso verhielt es sich, als die Entladung zwischen zwei Glasplatten vorgenommen wurde, die in 2 Lin. Abstand parallel neben einander aufgestellt waren. Der ihnen parallel schön geschlängelte Funke hatte nur eine Schlagweite von 6 Zoll.

Ja als selbst nur *eine* Glasplatte den Elektroden seitwärts fast bis zur Berührung genähert wurde, zeigte sich die Schlagweite gegen die in ganz freier Luft fast um einen halben Zoll verringert.

Es fand sich ferner, daß es zur Verkürzung der Schlagweite nicht nöthig sey, die Funken ihrer ganzen Länge nach neben Glas fortgehen zu lassen. Als nämlich die Elektroden in ihren gewöhnlichen Abstand von $8\frac{1}{2}$ Zoll gestellt waren und nun auf jede derselben ein $1\frac{1}{2}$ Lin. weites Röhrenstück von etwa 3 Zoll Länge gesteckt wurde, in solcher Weise, daß es ungefähr 2 Zoll vorragte, blieben die Funken aus. Die Elektroden mußten bis auf 7 Zoll zusammengeschoben werden, ehe sie zum Vorschein kamen.

In gleicher Weise störend wirkte ein 3 Zoll langes Röhrenstück von 8 Lin. Weite, welches mitten zwischen den Elektroden, und mit seiner Axe ihnen parallel aufgestellt worden war. Auch hier blieben die Funken bei $8\frac{1}{2}$ Zoll Abstand zwischen den Elektroden aus, und wenn sie durch Zusammenschieben derselben hervorgerufen wurden, gingen sie ebenso oft um die Röhre herum, als durch dieselbe.

Dieser, wenn man so sagen darf, Widerstand, welchen die Röhren dem Durchgang der Funken entgegensetzen, äußerte sich auch in allen früheren Fällen dadurch, daß wenn die Elektroden nicht tief genug in die Röhren hineinragten, und sie überdißs einen beträchtlichen Abstand von einander hatten (wobei natürlich die Spannung auf ihnen groß war), die Funken sehr häufig in einem weiten geschlängelten Bogen um die Röhre herumsprangen, statt hindurch zu gehen.

Die Funken verkürzende Wirkung der Glasröhren wird vollständig aufgehoben, wenn man dieselben von außen mit einer leitenden Substanz z. B. mit einem Streif von benästem Papier oder besser von Stanniol bekleidet. Dieser Streif braucht die Röhre nicht ganz einzubüllen; es genügt, wenn er das mittlere Drittel derselben zur Hälfte oder drei Viertel ihres Umfangs umgiebt; in keinem Fall aber darf er den Enden der Röhre zu nahe kommen, weil sonst von den Elektroden her äußerlich Funken auf ihn einschlagen. Die in solchen Röhren erscheinenden Funken gehen in geschlängelter Bahn und wenden sich mehrfach gegen den bekleideten Theil der Röhrenwand.

Die Belegung der Röhren mit Stanniol stellt nicht nur die ursprüngliche Schlagweite der Funken wieder her, sondern vergrößert auch dieselbe sehr bedeutend.

Unter Umständen, unter welchen in freier Luft die Funken zwischen Spitzen bei $8\frac{1}{2}$ Zoll, und zwischen einer Scheibe und einer Spitze bei 10 Zoll Abstand überschlugen, erhielt ich in einer Röhre von $1\frac{1}{2}$ Lin. innerem Durchmesser und 17 Zoll Länge, die auf dem mittleren Theil zu drei Vierteln ihres Umfangs mit einem 10 Zoll langen Stanniolstreifen umgeben war, eine Schlagweite von 15 Zoll (40,5 Centim.)

Diese Funken haben auf ihrer langen und krummlinigen Bahn eine verschiedene Beschaffenheit; in dem unbelegten Theil der Röhre sind sie dünn und relativ lichtschwach, in dem belegten Theil dagegen breit und hell.

Der letztere Funkentheil verschwindet, wenn der gegenseitige Abstand der Elektroden zu groß ist für die Intensität des Stroms. Statt eines einzigen Funkens hat man dann zwei, die von den Elektroden auf die Innenwand des belegten Röhrentheils übergehen und einander nicht erreichen.

Deutlicher und schöner beobachtet man diese Erscheinung, wenn man, statt der Röhre, eine einseitig belegte Glastafel anwendet, und die Elektroden vor ihrer unbelegten Seite aufstellt. Man kann sie, je nach der Intensität

des Stromes, einen Zoll und mehr von der Tafel entfernen und erhält dann bei der Entladung zwei dünne lichtschwache Funken, die sich in schönen Verästelungen auf der Tafel ausbreiten, wie dies besonders im Finstern deutlich wahrzunehmen ist. Ist der gegenseitige Abstand der Elektroden hinlänglich groß, so springen zwischen ihnen keine Funken über, und es ist klar, daß dieser Abstand jede beliebige Größe haben kann (wenn nur die belegte Glastafel in gleichem Maasse vergrößert ist), ohne daß die beiden auf die Tafel überspringenden Funken zu erscheinen aufhören. Hat dagegen jener Abstand eine geringere Größe, so springen die Funken entweder bloß zwischen den Elektroden über, oder zugleich und abwechselnd zwischen ihnen und der Tafel, und man hat dann Gelegenheit den Contrast in der Helligkeit beider Arten von Funken gut zu beobachten, einen Contrast, der um so größer ist, je näher die Elektroden der Tafel stehen ¹⁾).

In Zusammenhang mit allen diesen Erscheinungen stehen andere, welche geeignet sind, eine Erklärung derselben zu liefern.

Legt man einen etwa zollbreiten Stanniolstreif seiner Länge nach lose auf eine Glasröhre und läßt Funken durch dieselbe gehen, so sieht man, daß er sich krümmt, dicht an die Röhre anschmiegt und so fest an derselben haftet, daß man sie 180° um ihre Axe drehen kann, ohne daß er abfällt. Er ist also, wie die Röhre, stark elektrisirt worden.

Dafür spricht auch ein eigenthümliches Rauschen, welches man nach dem Durchgang eines jeden Funkens einige

- 1) Eine interessante Abänderung dieses Versuches besteht darin, daß man die Glastafel auf der einen Seite mit zwei Stanniolblättern belegt, die einander nicht berühren, sondern nur bis auf einige Linien nahe kommen. Man erhält dann bei jeder Entladung des Inductatoriums Fünkchen zwischen den beiden Blättern, es mögen die Elektroden auf einander oder auf die unbelegte Seite der Glastafel Funken aussenden oder nicht. Selbst wenn nur eine der Elektroden der Tafel bis auf etwa 1 oder 1½ Zoll genähert ist, bleiben diese Fünkchen nicht aus.

Secunden lang hört, sobald der Stanniolstreif die Röhre locker umgiebt. Es entsteht offenbar daraus, daß eine Unzahl elektrischer Fünkchen von der Röhre zu dem Stanniol überspringt, obwohl man, selbst im Finstern, nichts davon wahrnimmt.

Noch deutlicher erweist sich der elektrische Zustand der Röhre, wenn man quer über dieselbe, einen guten Zoll von jedem oder auch nur von einem ihrer Enden, einen schmalen und langen Stanniolstreif hängt. Solche Querstreifen befördern ebenfalls den Durchgang der Funken, und, nachdem derselbe erfolgt ist, divergiren sie, wie die Blätter eines Elektrometers. Wenn man ihnen einen Finger nähert, schlagen sie oftmals gegen denselben, zum Beweise, daß sie nach ihrer Entladung wiederholt wiederum geladen werden.

Der Streif auf dem Röhren-Ende, welches der *negativen* Elektrode zugewandt ist, erweist sich, nach dem Durchgang eines Funkens mit dem Elektrometer geprüft, *positiv* elektrisch, der am *positiven* Ende dagegen *negativ*.

Diese negative Elektrizität zeigt der letztere Streif auch wenn er bis zur Mitte der Röhre und selbst beträchtlich darüber hinaus fortgeschoben wird, was wohl darin seinen Grund hat, daß der positive Funke einen viel größeren Theil der Röhre einnimmt als der negative.

Daß die Außenseite der Röhre, nach dem Durchgang des Funkens, die entgegengesetzte Elektrizität von der zeigt, welche aus den respectiven Elektroden hervorbricht, hat mich, muß ich bekennen, anfangs sehr überrascht. Allein die Sache ist erklärlich.

Bekleidet man nämlich die Röhre, etwas vor jeder Elektrode, mit einem Ring von Stanniol, und stellt unter demselben, in 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll Abstand, ein Elektrometer auf, so wird dasselbe, sowie ein Funke durch die Röhre geht, geladen, *positiv* unter den *positiven* Elektroden, *negativ* unter den *negativen*. Und wenn man es darauf, nachdem man es entladen hat, ohne wiederum einen Funken durchschlagen zu lassen, mit den Ringen successiv in Berührung

setzt, erweist sich der an den *positiven* Elektroden *negativ*, und der an den *negativen*, *positiv*.

Die Ladung des Elektrometers im ersten Fall wird nicht direct durch die Elektroden bewirkt, denn sie unterbleibt oder ist sehr gering, wenn man die Stanniolringe fortläfst. Es ist also klar, daß hier der gewöhnliche Influenzprocess stattfindet, daß die in Funkengestalt von den Elektroden ausströmenden Elektricitäten zum Theil auf die Innenwand der Röhre übergehen und die gleichnamigen austreiben, welche, nachdem sie rasch in die freie Luft entwichen sind, die Außenwand der Röhre in entgegengesetzten Zuständen zurücklassen. Nur das rasche Entweichen der am Glase entwickelten gleichnamigen Elektricitäten könnte etwas Befremdendes haben ¹⁾.

Die Elektrisirung, welche das Glas und andere Isolatoren unter den obigen Umständen erleiden, findet auch schon bei der bloßen Büschel-Entladung statt, und das führt, meiner Meinung nach, zu einer befriedigenden Erklärung des erschwerten Durchgangs der Funken durch Röhren, die aus solchen Substanzen gebildet sind.

Es scheint mir nämlich glaublich, daß die Elektroden, schon ehe Funken erscheinen, einen Theil ihrer Elektricität an das Glas verlieren, und daß diese auf dem Glase angehäuften Elektricität abstoßend auf die Elektroden rückwirke, wodurch dann die Funken entweder ganz unterdrückt werden oder eine geringere Schlagweite erhalten als sie in freier Luft besitzen.

- 1) Eine damit im Zusammenhang stehende Erscheinung ist folgende. Nähert man ein Goldblatt-Elektrometer einer der Elektroden, während Funken in freier Luft zwischen ihnen überschlagen, so erhält man sehr unsichere und selten bleibende Divergenzen. Stülpt man dagegen über die Kugel des Instruments eine dieselbe noch nicht berührende Glaskappe. (Ich nehme dazu eine der Glaskappen, welche den gewöhnlichen Weingeistlampen zum Verschluss dienen), so erhält man ganz unverändert in der Nähe der positiven Elektrode einen bleibenden positiven Ausschlag, und in der Nähe der negativen Elektrode ebenso einen negativen, beides offenbar in Folge der durch Influenz aus der Glaskappe fortgetriebenen Elektricität.

Dadurch würde sich auch die den Funkendurchgang befördernde Wirkung der Stanniolbelegung erklären; denn sie muß die auf der Innenwand der Röhre angehäuften Elektrizität binden und folglich abhalten, auf die Elektroden abstoßend einzuwirken.

Freilich habe ich bei unbelegten Röhren und unbelegten Platten, auf der den Elektroden zugewandten Seite, wenn ich sie nach dem Ueberschlagen von Funken mit dem Elektrometer prüfte, nur sehr unbedeutende Spuren von Elektrizität auffinden können, dagegen immer sehr deutliche Anzeigen erhalten, wenn die abgewandte Seite belegt war; allein dieser Umstand möchte wohl unbedenklich dem schnellen Entweichen der Elektrizität im ersteren Falle zuzuschreiben seyn.

Es könnte scheinen, als ständen die obigen Resultate in Widerspruch mit früheren Beobachtungen von Riefs, welcher bei einer elektroskopischen Untersuchung Geißler'scher Röhren fand, daß das die positive Elektrode enthaltende Ende derselben einen umgelegten Stanniolring positiv influencirt und das andere Ende negativ ¹⁾. Indefs ist der Widerspruch nur scheinbar. Es wurden nämlich diese Beobachtungen während einer fortdauernden Erregung des Inductionsstroms durch den elektromagnetischen Hammer angestellt, wogegen ich bei all den angeführten Versuchen einzelne Entladungen anwandte ²⁾ und somit in den Stand gesetzt war, die Wirkung der Röhren während einer Entladung und nach derselben zu untersuchen. Meine Beobachtungen an dem während der Entladung in

1) Ann. d. Phys. und Chem. Bd. CIV, S. 324.

2) Ich bediente mich dazu des Halske'schen Unterbrechers (Annalen d. Phys. und Chem. Bd. XCVII S. 641). den ich durch einen angeschraubten Platinbügel in einen Quecksilber-Unterbrecher umgewandelt hatte. In dieser Form ist das Instrument besser als die Ruhmkorff'sche Vorrichtung zu einzelnen Unterbrechungen des Stroms geschikt, da man den Hebel, dessen Platinbügel man durch Aufstupsen mit dem Finger in das Quecksilber versenkt, mittelst der Spiralfeder an seinem anderen Ende nach Belieben anspannen, und somit ein sehr rasches Ausheben des Bügels aus dem flüssigen Metall bewerkstelligen kann.

einigem Abstand von der Röhre aufgestellten Elektrometer stimmen mit denen von Riefs überein, wogegen die nach der Entladung an dem mit dem Stanniolstreif in Berührung gesetzten Elektrometer das entgegengesetzte Resultat ergaben, was auch, glaube ich, ganz in der Ordnung ist.

Um mich indeß näher von der Sache zu unterrichten, nahm ich nun auch Geißler'sche Röhren in Untersuchung.

Bei einzelnen, aus freier Hand mit der Quecksilberwippe vollzogenen Entladungen des Apparats konnte ich an zwei Exemplaren solcher Röhren gar keine sicheren Anzeigen von Elektrizität erhalten; als ich aber die Wippe durch ein kleines galvanisches Element in Thätigkeit setzte, erhielt ich solche sehr deutlich, und zwar ganz so, wie Riefs angegeben, positive vom positiven Ende der Röhre. Nach Aufhebung des Stroms war indeß bei Berührung des Stanniolringes mit dem Elektrometer wiederum keine Elektrizität zu spüren.

Eine dritte Röhre, die mit einem Hahn versehen war und von mir selber ausgepumpt wurde, verhielt sich ähnlich. Wenn ich sie möglichst vollkommen evacuirt hatte, gab sie ganz dieselben Erscheinungen wie die Geißler'schen Röhren; je mehr Luft ich aber in dieselbe hineinliefs, desto stärker wurden ihre elektroskopischen Anzeigen, so daß sich selbst nach der Aufhebung des Stroms Elektrizität nachweisen liefs, und zwar negative am positiven Ende.

Endlich liefs ich, mittelst der Quecksilberwippe, einen Funkenstrom durch eine offene Röhre schlagen. Die an beiden Enden aufgeschobenen Stanniolringe zeigten sich nun in dem Grade elektrisch, daß man nicht wagen durfte sie zu berühren, und wenn man das Elektrometer herabrachte, divergirte es am positiven Ende der Röhre positiv und am negativen, negativ. Nach Aufhebung des Funkenstroms mit dem Elektrometer berührt, gaben aber die Stanniolringe entgegengesetzte Elektrizitäten in Bezug auf die von den Elektroden ausgehenden.

Auch in anderer Gestalt bietet sich dieselbe Erscheinung dar. Die aus den Werkstätten von Siemens und

Halske hervorgehenden Inductorien sind zum Schutz gegen äußere Verletzungen mit einem Mantel von sogenanntem Horngummi bekleidet, einer Masse, aus welcher überdies der ganze Körper dieser Apparate gearbeitet ist. Hängt man über diesen Mantel, nach beiden Enden hin, jedoch ihnen nicht zu nahe, einen Stanniolstreif und läßt darauf den Apparat einzelne Funken geben, so findet man, *nach* jedem derselben, den Streif am positiven Ende negativ und den am negativen Ende positiv. Erregt man dagegen mittelst der Wippe einen Funkenstrom, so erweist sich, *während* desselben, der erstere Streif positiv, und der letztere negativ¹⁾. Eine ähnliche Uebereinstimmung mit den Erscheinungen bei Röhren zeigt auch die vorhin erwähnte Glas- tafel mit getheilter Belegung.

Alle diese Erscheinungen stehen im engsten Zusammenhang mit den bei Röhren beobachteten und dienen der für diese gegebenen Erklärung zur Bestätigung.

Schließlich mag hier noch erwähnt seyn, daß die Glasröhren bisweilen von den durchgehenden Funken arg verletzt werden. Bei den ganz engen Röhren und bei den 4 bis 8 Lin. weiten habe ich dies nicht bemerkt, wohl aber bei den von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Lin. innerem Durchmesser, doch auch bei diesen nicht allemal. Es scheint dies von der Sprödigkeit des Glases abzuhängen. Die Verletzungen erfolgen durch die seitlichen Excursionen der Funken, bei welchen dieselben häufig gegen die Röhrenwand schlagen, und deshalb sind wohl die ganz engen Röhren vor ihnen geschützt, da darin die Funken geradlinig fortgehen. Hat einmal eine Röhre durch diese Seitenhiebe, wenn ich so sagen darf, eine kleine Verletzung davon getragen, so schlagen die Funken häufiger auf diese Stelle ein und be-

- 1) Daher springen denn auch Funken zwischen den beiden Streifen über, wenn sie einander zu nahe kommen, wie denn andererseits ein breites Stanniolblatt, welches den Mantel seiner ganzen Länge nach (mit Ausnahme der Enden) bekleidet, auch ohne ihn vollständig zu umschließen sehr nachtheilig auf die Funken-Entwicklung zwischen den Elektroden wirkt, ja sie unter Umständen wohl ganz unterdrücken kann. Letzteres ist indeß eine schon bekannte Erfahrung.

wirken krause verästelte Risse, die sich der Röhre entlang immer weiter ausdehnen, und dieselbe zuletzt förmlich aufspalten, ohne sich in die Quere zu erstrecken. Bei längerer Aufbewahrung solcher verletzten Röhren bilden sich in ihnen, ohne Funkenwirkung, von diesen krausen Rissen aus glatte Sprünge nach den verschiedensten Richtungen, welche die Zerstörung der Röhren vervollständigen. Mitunter treten auch die Funken durch die von ihnen gebildeten Risse zur Röhre heraus und schlagen an der Außenseite in geschlängelter Bahn zur nächsten Elektrode über.

VI. Die Farbenkrankheiten im Abrifs;
von Dr. Edmund Rose,

Docent der Chirurgie in Berlin.

Ehe ich die Leser auf ein einfaches und sehr bequemes Mittel aufmerksam mache, sich exact von der Art der Farbenblindheit bei Farbenblinden zu überzeugen, möchte es zum Verständniß gut seyn einen Abrifs der Lehre von den Farbenkrankheiten zu geben, wie sie sich mir nun schon vor Jahr und Tag aus Untersuchungen ergeben hat, die sich zerstreut in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, sowie in v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie und in der Berliner klinischen Wochenschrift befinden. Untersucht habe ich bis jetzt 33 Fälle von künstlicher Farbenkrankheit durch Genuß von Santonsäure, zwei Fälle von Farbenkrankheit durch Atropin, 5 Fälle bei Leberleiden, 1 Fall bei Nierenleiden, 1 Nachtblinden, 14 Fälle von angeborener Farbenkrankheit, dem sogenannten Daltonismus, 3 Fälle angeborener Farbenblindheit. Folgendes sind die Ergebnisse der Untersuchung.

Schliessen wir die Hallucinationen und die Phantasmen des Gesichts, welche nur von der Thätigkeit des Gehirns abhängen und sich dadurch kennzeichnen, daß sie gar nicht an den Lichteinfall gebunden und daher auch nicht einseitig vorkommen, schliessen wir alle diese cerebralen Farbenleiden aus, so zerfallen die übrigen wirklichen Farbenkranken¹⁾ in zwei große Abtheilungen, die ich Farbenblinde und Farbenirre nennen möchte.

Farbenblind nenne ich den, dessen Netzhaut die Empfindlichkeit für farbiges Licht eingebüßt hat.

Es hat sich nun ohne irgend eine Ausnahme das Gesetz ergeben, daß dem Farbenblinden stets Licht größter oder kleinster Brechbarkeit zuerst nicht mehr wahrnehmbar wird.

Es hat sich zweitens als ebenso unveränderlich festgestellt, daß bei Zunahme der Krankheit immer wieder nur solches Licht dem Blick der Farbenblinden verlischt, welches vorher unter seinen sichtbaren Lichtstrahlen die größte oder kleinste Brechbarkeit hatte.

Farbenblindheit giebt sich durch eine Verkürzung²⁾ des Spectrums kund, niemals durch eine Unterbrechung. Ein vollständiges und scharfbegrenztes Spectrum giebt also durch seine Ausdehnung einen Maassstab für den Grad der Farbenblindheit.

Der erste und dabei ausgesprochenste Fall von Farbenblindheit betraf mich selbst, im August 1858. Als Maassstab diente ein brillantes Spectrum, das schönste, was ich bisher gesehen; mein jetzt leider verstorbener Freund Dr. Otto Hagen benutzte es zu seinen schönen Untersuchungen über die Absorption des Lichts in Krystallen, deren Resultate im 106. Bande dieser Annalen zum Theil

1) Färbungen der Augenmedien, die etwas ähnliches nach älteren Annahmen sollten möglicherweise hervorbringen können, kommen in der Natur nicht vor. Die stärksten, die vorkommen, sind nicht ausreichend dazu cf. Virchow's Archiv 30, 442.

2) cf. Ueber die Wirkung der wesentlichen Bestandtheile der Wurmblüthen (des *Santonium*) in Virchow's Archiv 1859 Bd. XVI, S. 223—253 u. Bd. XVIII, S. 15—43.

mitgetheilt sind. Das Spectrum wurde, wie daselbst in Fig. 2 Taf. III abgebildet, dadurch hergestellt, dafs ein Sonnenstrahl vom Silberspiegel eines Heliostaten durch zwei 1 Meter von einander entfernte Spalten (Messingschneiden) auf ein unmittelbar dahinter befindliches Flintglasprisma geworfen und dadurch in sonst lichtdichten Zimmer zerstreut wurde. In 8 Meter Entfernung wurden seine Bestandtheile von einem Fernrohr eines Theodoliten mit Fadenkreuz aufgenommen ¹⁾. Durch eine Mikrometervorrichtung liefs sich nach Belieben das Prisma drehen und das rothe oder violette Ende desselben einstellen. Es waren helle Sommertage, nur vorübergehend deckte manchmal ein Wölkchen die Sonne. Abgesehen von solchen Unterbrechungen zeigte sich das Spectrum in ganzer Pracht, von etwa 13 Fraunhofer'schen Linien unterbrochen, beiderseits haarscharf endend auf dem schwarzen Hintergrunde des Fernrohrs und so lang, dafs man in seinem Gesichtsfeld nicht das ganze Roth auf einmal übersehen konnte. Seine Länge veränderte sich zuweilen huschweis am rothen Ende, wie sie auch an verschiedenen Tagen dort ungleich war; ohne dafs es mit blofsem Auge möglich gewesen wäre, die feinen Dünste, welche die Sonne bedeckten und sich dann zuweilen in Wölkchen zusammenzogen, stets wahrzunehmen. Erprobt und an verschiedenen Tagen wiederholt war das Resultat, dafs wir stets vollständig übereinstimmten bei der Einstellung des Fadenkreuzes auf die Spectralenden.

Anders war es, als ich einmal 10 Gran Sentonsäure eingenommen hatte. Zwei Stunden darnach endete mein Spectrum bei der Linie *B*, während Hagen das Fadenkreuz weiter hinausstellte, da wo *a* hätte liegen müssen in einen mir vollkommen schwarzen Raum. So blieb es lange, nur einmal endete ihm vorübergehend, etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang, das Spectrum bei *B*, mir jedoch zu der Zeit bei *C*. Am andern Tag stellten wir das Fadenkreuz wieder gleich ein.

Daraus folgte, dafs das Gelbsehen, denn nur diefs trat

1) Der photometrische Apparat, so wie der Spiegel *f* in Fig. 2 Taf. III Bd. 106 wurden dabei entfernt.

dabei auf¹⁾, einer Blindheit für Roth correspondirte. Die Verkürzung des Spectrums wuchs während der Narkose; es mußte jedoch dahin gestellt bleiben, ob die Narkose oder der Stand der Sonne mehr die Ursach war, weil das Spectrum sich durch den Sonnendunst in der That etwas verkürzt hatte.

Es schien mir besser, um die Angaben über die jedesmalige Länge des Spectrums controliren zu können, die Versuche am objectiven Spectrum fortzusetzen. Meine Einrichtung bestand darin, daß ein Sonnenstrahl vom Spiegel eines Sonnenmikroskops durch Messingschneiden in ein lichtdichtes Zimmer fiel, wo er zunächst eine Linse von 3 Fufs Brennweite, dann ein dahinterstehendes Flintglasprisma traf. Das Spectrum wurde auf einem Papierschirm aufgefangen, oder besser auf einem zweiten, nachdem es durch einen Spalt des ersten gegangen, um die blendenden Theile besonders das Gelb abzufangen. Während ich den ersten Schirm verschob, schloß der zu Untersuchende stets die Augen. Der erste Schirm wurde so aufgestellt, daß man die großen Fraunhofer'schen Linien möglichst deutlich sah. Sie wurden wieder als Scala benutzt und dabei ein Ort nach der Schätzung $\frac{1}{2}H$ genannt, wenn er mitten zwischen G und H lag.

Nach 5 Gran Santonsäure wurde das Ende des Spectrums in einem Fall (XXXIII)²⁾ bezeichnet der Zeit nach in $\frac{1}{2}H$ statt H (wie auch öfters in andern Fällen)

später in G statt $\frac{1}{2}H$

endlich in G statt H .

Es versteht sich, daß bei künstlichen Farbenkrankheiten ich stets vorher und nachher mein Auge mit dem des zu Untersuchenden verglich.

So schön und scharf das Spectrum endete, hatte es doch den großen Mangel, daß durch die Fluorescenz des Papiers jenseits des Violett oft eine nebelhafte farblose Zone mit Fraunhofer'schen oder vielmehr Stokes'schen Linien

1) Fall XII in Virchow's Archiv Bd. XVI, S. 239. Bd. XVIII, S. 18.

2) Virchow Bd. XVIII, S. 20.

aufrat, die eine scharfe Bestimmung des Endes oft unsicher machten. Die Fluorescenz erklärt es, daß einigen im Rausch das violette Ende nicht verkürzt schwarz, sondern weißlich erschien (Fall XXXIII, XXXV, XXXVI, XXIX), indem ja schon innerhalb des Violett und Blau im Spectrum fluorescirende Substanzen (zu denen Papier und die Haut gehört) eine Herabsetzung der Brechbarkeit bewirken. Durch den Antheil von herabgesetzter Brechbarkeit kann dann der Violettblinde den violetten Theil im Spectrum grade so als eine matte Zone sehen, wie der Gesunde das Ultraviolett.

Da nun außerdem bei allen diesen Versuchen sich nur eine Veränderung am blauen Ende, im Gegensatz zum ersten Versuch¹⁾ gezeigt hatte, machte sich dieser Mangel besonders geltend.

Gleich hier möchte ich bemerken, daß man nicht nur im objectiven Spectrum indirect durch Herabsetzung der Brechbarkeit das Ultraviolett sehen kann, sondern daß ich auch einen Kollegen kenne, der selbst im subjectiven Spectrum das Ultraviolett sieht, also wirklich sieht²⁾. Eine Ultraviolettsichtigkeit, die ebenso eine erhöhte Empfindlichkeit der Netzhaut voraussetzt, wie sie in der Farbenblindheit herabgesetzt ist. Jedenfalls zeigte sich, daß das subjective Spectrum allein zur Untersuchung Violettblinder zu brauchen ist.

Während nun so schon die Resultate am objectiven Sonnenspectrum hinter meinem Wunsche zurückstanden, waren die Schwierigkeiten der Benutzung kaum zu überwinden. War das Wetter gut, so hatte Niemand Zeit oder Lust Santonin einzunehmen, nahm ich es selbst, so zog mehrmals unmittelbar ein Gewitter auf. War Wetter, Muße und Lust übereinstimmend da, so mißlang wohl die

1) Auch im Fall 41 trat Rothblindheit nach santonsaurem Natron auf.

2) Cf. »Die Gesichtstäuschungen im Icterus«. »Nebst einem Anhang über den Farbensinn bei der Nachtblindheit und die Wirkung der Pikrinsäure auf das Auge« in Virchow's Archiv Bd. XXX, S. 442.

Narcose oder trat erst ein, wenn der Hunger den zu Untersuchenden vertrieb.

Dazu kam noch die Umständlichkeit bei der Herstellung, welche diese Untersuchungsart unbrauchbar macht, so angenehm die Helligkeit, so erwünscht die natürliche Scala war, welche sich uns dabei in den Frauenhofer'schen Linien darbietet. Bei weiteren Versuchen habe ich später als die bequemste Methode folgende Art von Selbstmessung befunden.

Es war ausgemacht, dafs das Gelbsehen im Santohrausch auf einer Verkürzung des Spectrums, auf Farbenblindheit beruht. Es war ausgemacht, dafs die Verkürzung an jedem Ende stattfinden könne. Der grüngelbliche Colorit aller unreinen Farben erklärte sich leicht durch diese Unempfindlichkeit für die complementären Farbenantheile im Gemisch. Es handelte sich darum, sicherer noch zu constatiren, ob die Verkürzung eine fixe oder wandelbare sey.

Dazu war das schönste, jedoch ungleich lange und veränderliche Sonnenspectrum gerade nicht so tauglich als ein künstliches. Nur ist es schwer ein künstliches Spectrum mit scharfen Enden darzustellen, auch verlieren wir dabei unsere natürliche Scala.

Als Lichtquell wurde nun seitdem ein Wallrathlicht benutzt, als Spectrum ein Beugungsspectrum, als Scala die Zwischenräume zwischen seinen einzelnen Farbenbändern (Spectren). Es ist bekannt, dafs, wenn man durch ein Gitter von 2—3000 Strichen auf ein Zoll (Demantstrichen auf Glas) nach einem Lichtquell sieht, derselbe in einiger Entfernung jederseits von einem ziemlich reinen Spectrum umgeben ist, dem wieder in einiger Entfernung ein Farbstreif folgt, welcher allmählich nach außen verschwindet. Dieser Farbstreif kommt dadurch zu Stande, dafs die dunkeln Zwischenräume zwischen den einzelnen Spectren nach außen an Breite abnehmen und daher mit dem Roth des zweiten Spectrums sich schon das Violett des dritten zu einer purpurnen Zone deckt, die andern ganz verschwimmen.

Durch Einschalten eines Kobaltglases, welches nur die Enden der Spectra übrig läßt, kann man sich leicht davon überzeugen. Das dritte Violett liegt dann zwischen dem zweiten Violett und dem zweiten Roth.

Farbenblinde habe ich seitdem stets nur so untersucht, daß ich sie durch zwei parallele Gitter (mit 50 oder 100 Linien auf einen Millimeter) in der Entfernung des deutlichsten Sehens im sonst dunklen Zimmer nach dem Wallrathlicht blicken, und mir das Gesehene genau beschreiben, oder besser noch zeichnen liefs. Das Einschalten einer Messingschneide ergab sich bald als unnütz.

Ich fand nun¹⁾, zunächst an mir selbst²⁾, daß während Gesunde zwei dunkle Zwischenräume jederseits vom Licht, Ueberviolettsichtige nur einen sehen, Farbenblinde 3, 4, ja 6 solche wahrnehmen. Es war nun leicht dieß bei Farbenkranken aller Art nachzuweisen.

Ein Kranker mit Icterus durch acute gelbe Leberatrophie hatte 3³⁾, eben so viel eine Kranke mit Gastroduodenalkatarrh und Icterus, ein Kranker mit chronischer Leberanschwellung, Icterus und Albuminurie. Eine Kranke mit Leberkrebs und Icterus hatte 4⁴⁾; unter den Daltonisten hatten

manche 2 (Herr A. C. E. F. J.)

manche 3 (Herr B. D. H.)

andere 4 (Herr G. M.)

andere 5 (Herr K. O.)

einer 6 (Herr L.)⁵⁾.

Alle diese Kranken, von denen viele zu ganz verschiedenen Zeiten untersucht sind, zeigten eine constante Farbenblindheit. Anders verhält es sich im Santonrausch, wie

1) Cf. »Ueber die Farbenblindheit durch Genuß der Santonsäure« in Virchow's Archiv Bd. XIX, S. 522—537 und Bd. XX, S. 245—291.

2) Ibid. Bd. XIX, S. 524, Fall 40.

3) Ibid. Bd. XXX, S. 444.

4) Ibid. S. 443.

5) Die Untersuchung von Daltonisten findet sich in einem Aufsatz »über stehende Farbentäuschungen« in v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie Bd. VII, Heft 2, S. 72—109, 1860.

schon aus den früheren Untersuchungen wahrscheinlich war. Während der Narcose steigt und fällt die Zahl der Zwischenräume von 2 bis

3 (Fall 46, 50, 51, 56), bei anderen Versuchen bis

4 (Fall 44, 45, 57), bei manchen endlich bis

5 (Fall 43, 46), ja bei einem bis

6 (Fall 49)¹⁾.

Nach diesen Resultaten konnte es scheinen, als gäbe es Farbenkranke, die nicht farbenblind sind. Allein ich habe schon 1860 darauf aufmerksam gemacht, daß die Beschränkung auf zwei Zwischenräume deshalb kein Beweis dafür ist, daß ihr Spectrum unverkürzt, weil das rothe Ende so wie so weniger Raum einnimmt als das blaue, eine Verkürzung am rothen Ende vielleicht also entgehen könne.

Man konnte nur sagen, wo mehr als zwei Zwischenräume, ist das Spectrum sicher verkürzt, nicht umgekehrt.

Daß dem nun in der That so ist, habe ich mich seitdem überzeugt.

Während es mir damals nur darauf ankam, durch ein einfaches in der Westentasche tragbares Instrument das Bestehen einer Spectralverkürzung überhaupt, also der Farbenblindheit bei den Farbenkranken nachweisen zu können, hatte es wohl Interesse zu sehen, ob bei zwei Zwischenräumen noch eine Verkürzung im Roth vorkommen kann, ob es überhaupt Farbenkranke ohne Farbenblindheit giebt, und wie weit endlich das Spectrum bei solchen mit sechs Zwischenräumen sich überhaupt verkürzen kann.

Heut zu Tage, wo mittler Weile die Spectralapparate nach Bunsen und Kirchhoff in aller Welt Händen sind, und förmlich fabrikmäßig dargestellt werden, hat man es sehr leicht, sich darüber Rechenschaft zu geben. Nur bedarf man dazu um ein scharf endendes Spectrum zu haben und das krasse Gelb abblenden zu können, eines so-

1) Die Fälle sind durchnummerirt in den verschiedenen Aufsätzen in Virchow's Archiv. Von 52 ab befinden sie sich in Bd. XXVIII, S. 30 bis 82 in »Ueber die Hallucinationen im Santonrausch«.

genannten großen Apparats mit drehbarem Ocularfernrohr. Außerdem muß man alles falsche Licht mit der größten Sorgfalt durch schwarze Tücher abblenden. Man hat dann ein Spectrum, welches selbst bei künstlichem Licht ziemlich scharf endet, subjectiv ist und deshalb nicht von Fluorescenz leidet und bei Anwendung chemisch einfach gefärbter Flammen exact in gleicher Länge wiedererscheint.

Dabei kann man als Scala statt der Fraunhofer'schen Linien das Spiegelbild der jetzt so billigen photographirten Scalen, oder besser noch die natürliche Scala benutzen, wie sie die Betrachtung verschiedener Metallspectra bietet. Man vermeidet so die häufige Unvollständigkeit des Sonnenspectrums im Roth, welche früher wohl oft der Grund gewesen, warum man einen Defect daselbst übersehen. Betrachtet man die Bunsen'sche Tafel V (Bd. 110 in Pogendorff's Annalen), so kann man sich doch zur Entscheidung der Frage, wo eine Verkürzung ist, nichts bequemes, als die Darstellung eines Kaliumspectrums denken.

Eine vorläufige Untersuchung, zu der Hr. Dr. Alexander Mitscherlich mir in seinem Apparate die nöthigen constanten Spectra gefälligst darstellte, bestätigt schon ausreichend, was ich vermuthet und vor Jahren angegeben. Nachdem die Natriumlinie *D* auf 12 (wie in den Tafeln V und VI Bd. 121 d. Annalen) eingestellt, wurde durch, im Wasserstoffstrom geprühte Cyankaliumdämpfe ein Kaliumspectrum, durch einen Platindocht ein Chlorstrontiumspectrum, durch einen Cigarrenstumpf ein Lithiumspectrum und endlich durch eine einfache Lampe ein Leuchtgasspectrum auf meinen Wunsch von ihm hergestellt¹⁾. Die Resultate waren folgende:

1) Farbenkranke mit zwei Zwischenräumen im Gitterspectrum, können in der That noch rothblind seyn, und zwar »Kaliumrothblind.« Geprüft wurde Hr. F.²⁾, ein

1) Cf. Beiträge zur Spectralanalyse von A. Mitscherlich Bd. 116 S. 499 und Ueber Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper von Demselben Bd. 121, S. 459 d. Ann.

2) Cf. v. Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 87.

Daltonist, der noch wie im August 1860 zwei Zwischenräume hat.

Er sah die rothe Lithiumlinie (bei 13,7) die blaue Kaliumlinie (bei 2,5 der photographirten Scala), aber nicht die rothe Kaliumlinie (bei 15); auch dann, wenn man ihm die Stelle auf der Scale angiebt, ist es ihm unmöglich sie zu sehen.

Auch am Gasspectrum zeigt sich bei ihm eine kleine Verkürzung.

2) Die Farbenblindheit kann sich auf das halbe Spectrum ausdehnen.

Geprüft wurde einmal Hr. B.¹⁾, ein Daltonist, welcher vor 5 Jahren drei Zwischenräume sah. Er sah die rothe Kaliumlinie ebenso wenig als F.²⁾, auch nicht nach Angabe des Orts; die blaue sehr gut.

Das Chlorstrontiumspectrum sah er wie wir (zwischen 13 und 14) wenigstens beim Aufmerksammachen.

Das Gaslampenspectrum endete uns allen dreien bei 2,9.

Dann wurde Hr. M.³⁾ geprüft, welcher damals in seinen Angaben schwankte, an verschiedenen Tagen zwischen 4 und 5 Zwischenräumen, und auch anderweitig damals an verschiedenen Tagen grössere Abweichungen in seiner Farbenempfindung messen liess, jetzt nur 3 Zwischenräume wahrnimmt. Er sah die rothe Kaliumlinie, die rothen Chlorstrontiumlinien sofort, die violette Kaliumlinie selbst dann nicht, wenn man ihm ihren Ort auf der Scale angab.

Ein gutes Gaslampenspectrum endete ihm gerade bei 6, mir, Hrn. A. Mitscherlich und Hrn. B. bei 2,9.

Eine zweite Untersuchung einige Tage später ergab dasselbe Resultat.

Endlich wurde noch Hr. L.⁴⁾ geprüft, welcher damals 6 Zwischenräume angab.

Ein gutes Gaslampenspectrum, welches wie erwähnt von

1) Cf. v. Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 80.

2) Derselbe war übrigens nicht anwesend.

3) Ibid. S. 104.

4) v. Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 99.

2,9 begann, und sich bis 15,5 erstreckte, endete ihm auf der einen Seite zwischen 5 und 6, näher an 5; auf der andern ungefähr bei 13.

Dabei machte er die charakteristische Bemerkung, dafs von 3 gegen 1 hin das Gesichtsfeld wieder heller sey, als von 3 nach 5, jedoch nicht im entferntesten so hell als zwischen 5 und 7; wie es natürlich ist, weil das Gesichtsfeld durch die Flamme für die photographische Scala doch in etwas erhellte ist. Ferner gab er an die Ziffern der Scala 14—18 sehr deutlich, 12 und 13 kaum zu erkennen, während mir und andern auch 14 nur andeutungsweise wahrzunehmen war, weil sich unser Gasspectrum noch über diese Nebenziffer hinaus erstreckte.

Vom Kaliumspectrum sah er weder die rothe noch die blaue Linie, selbst wenn man ihm den Ort zeigte (15 und 25).

Vom Chlorstrontiumspectrum sah er nur den ersten matten oranien Streifen bei 12,4; keinen einzigen von den fünf rothen, die sich zwischen 12,7 und 14 befinden.

Es ergibt sich, dafs die Farbenblindheit an jedem und an beiden Enden des Spectrums sich geltend machen und dasselbe bis auf die Hälfte ($\frac{5}{17}$ etwa) reduciren kann, ein Resultat, das selbst den, der immer nur mit schlechten Instrumenten zu thun gehabt, schließlic doch, denke ich, überzeugen wird.

Abgesehen davon, dafs solche Leute in andersfarbigem Licht natürlich blind, ist jede Farbenblindheit für sich eine Amblyopie, eine Sehschwäche, die sich schon äußerlich im Gesichtstypus zeigt, meist so stark ist, dafs sie meine sonst gesunden Bekannten frühzeitig veranlaßt hat Augenärzte aufzusuchen, und die sich ganz von selbst versteht, da doch dabei (bei Hrn. M. z. B.) fast die Hälfte des Beleuchtungsmaterials unwirksam wird, woraus sich wieder secundär andere Störungen ergeben. — Aber das ist nicht die einzige Störung durch Farbenblindheit. Ist es denn gleichgültig, ob man mit fortschreitender Farbenblindheit die Welt zuletzt in fast homogenem Lichte sieht? Ist es ein

Vorzug alles einfarbig zu sehen? Ist die chromatische Abweichung des Auges ein Gebrechen, das der Menschheit gemeinsam?

Als ich mit Hrn. M., dessen Accommodation und Sehschärfe beneidenswerth, durch die Strafsen ging, griff er plötzlich krampfhaft nach meinem Arm. Die Sonne war durchgebrochen und er konnte ungeführt nicht weiter gehen. Nachdem er sich durch Lidschluss allmählich an die blendende Helle gewöhnt, setzte er unter stetem Blepharospasmus und Nystagmus, den er vorher nicht hatte, den gemeinsamen Weg fort, einem Kaninchen gleich, dem man mit dem Augenspiegel Magnesiumlicht auf die Netzhaut wirft. Schon vorher hatte ich an seinem jüngeren Bruder Nystagmus bemerkt und seine Mutter hat mir ein Gleiches von den 4 abwesenden versichert. Dessenwegen hatten sie alle die bedeutendsten hiesigen Augenärzte consultirt, und nach der Erfolglosigkeit sich auch von unbedeutenden nicht immer schmerzlos untersuchen lassen, so dafs es mir jetzt die entsetzlichste Mühe gemacht hat des Bruders habhaft zu werden, der mir geflissentlich aus dem Weg ging. In der That sah er auch 5 Zwischenräume und verhielt sich ganz wie sein Bruder, so dafs ich nicht anstehen möchte den chronischen Lidkrampf und Nystagmus oft für eine übersehene Folge von Farbenblindheit zu halten. Jedenfalls ist aber festzuhalten, dafs von Natur der Mensch, sofern er gesund, nichts deutlich sieht, weil man für jeden homogenen Beleuchtungsbestandtheil anders accommodiren mufs, wie man denn für jede Fraunhofer'sche Linie, das Fernrohr besonders einstellen mufs. Die chromatische Abweichung des Auges ist der normale Zustand und nicht ohne Schaden fehlt dieser wohlthätige Schleier den Farbenblinden. Sehschwäche und Blendung mit ihrem Heer secundärer Leiden sind die unmittelbaren Folgen der Farbenblindheit; von den Farbentäuschungen ganz abgesehen, die nicht so eingreifend, wie bei dem Farbenirrsinn. Das Ergebnifs dieser Untersuchung könnte man dahin zusammenfassen, dafs die

Herren B. und F. Kaliumrothblind
Herr M. Kaliumblaublind

Herr L. Strontianroth- und Kaliumblind
sind, eine Bezeichnung, die trotz ihrer Länge den großen Vorzug hat, absolut und vom Instrument unabhängig zu seyn.

Alle diese Herren sind schon vor 5 Jahren von mir untersucht und in Gräfe's Archiv beschrieben worden. Gerade sie sind ausgewählt, weil sie alle Klassen repräsentiren, denn die Herren B. und F. sind ebene Daltonisten, also schlechthin farbenirr; Herr L. ein linearer Daltonist, also total farbenirr; Herr M. gar nicht farbenirr, sondern nur farbenblind.

Zum Verständniß mögen mir hier noch einige Mittheilungen über den Farbenirrsinn, jene zweite große Hauptabtheilung der Farbenkrankheiten gestattet seyn.

Die erste Art von Farbenirrsinn, die ich untersuchte und zwar zunächst an mir selber, betraf das von mir sogenannte »Violettsehen«¹⁾ in dem hochgradigen Santonrausch, wobei alle Gegenstände, je dunkler sie beleuchtet oder selbst sind, desto violetter aussehen. Hierbei ist es oft mit Violettblindheit, Gelbsehen mit Violettsehen gepaart. Trifft es sich so, dann kann man oft folgenden sprechenden Versuch²⁾ anstellen. »Wer das blaue Ende im Spectrum nicht wahrnimmt, hält eine homogene gelbe Kochsalzflamme durch ein homogenes gelbes Glas besehen für gelb, durch 3 oder 4 solcher gelben Gläser für violett.«

Es folgt hieraus eine vollständige Verkehrung der drei Grundempfindungen bei der Empfindung einer Farbe, der Empfindung für Reinheit, Ton und Stärke der Farbenempfindung.

Dieser Versuch lehrt, daß ein solcher Kranker zwei bestimmte entgegengesetzte complementäre Farben von un-

1) Virchow, Bd. 19, S. 532.

2) Virchow, Bd. 20, S. 278. Charakteristisch schien ein Strontiumspectrum (Fall 45) aus Purpur, Violett und Grün zu bestehen, nach Betrachtung durch ein dunkelblaues Glas nur aus Grün.

gleicher Stärke verwechselt, zwei ungleiche Stärken eines Farbentons für entgegengesetzte Farben hält. Das ist nur ein Beispiel der zahllosen Farbenverwechslungen, die beim Violettsehen im Santonrausch vorkommen, aber das charakteristische. Hat man ein Paar verwechselter Farben durch das Maafs bestimmt, so lassen sich die andern daraus im Voraus berechnen, worauf ich hier nur verweisen will ¹⁾).

Früher nannte ich die, welche so Farben in Unzahl systematisch verwechseln, Farbenverwechsler; ich möchte sie lieber sowohl der Kürze halber jetzt farbenirr nennen, als besonders deshalb, weil ja auch Gesunde, je nach der Beleuchtung ebenfalls, wenn auch wenige, mehr noch Farbenblinde Farben verwechseln, und das Charakteristische für die Farbenirren ihnen gegenüber im Herumirren bei der Bezeichnung der Farbe liegt. Es versteht sich, dafs natürlich nicht von Irrsein, einem Wahnsinn, die Bezeichnung genommen, sondern von einem irrenden Sinn, was ich wohl kaum zu wiederholen brauche.

Das Chaos von Widersprüchen in den älteren Angaben, ja auch in den allerneuesten, über Mängel des Farbensinns, Farbenblindheit und Daltonismus, erklärt sich theils durch die Untersuchungsmethode, theils aber auch dadurch, dafs man die beider Hauptkrankheiten nicht unterschieden hat.

Beide können zusammen vorkommen, wie im höchsten Grade des Santonrausches, bei der acuten gelben Leberatrophy, der Nachtblindheit, den angeborenen Farbenkrankheiten. Alle Daltonisten sind farbenirr; nach dem Resultat der oben mitgetheilten Spectraluntersuchung muthmafslich auch alle farbenblind; bis jetzt ist es freilich noch nicht in allen Fällen nachgewiesen.

Wie Hr. M. (und andere ebenso) lehrt, kommt aber auch angeborene Farbenblindheit ohne Farbenirrsinn vor, gerade wie der Santonrausch es oft bei der Gelbsichtigkeit läfst und sich nicht zum Violettsehen steigert. Ebenso

1) Virchow Bd. 20, S. 245.

kam es unter fünf Fällen von Farbenkrankheiten nach Leberleiden nur einmal bei dem schnell tödlichen, und dabei nur huschweis zum Farbenirrsinn, die andern liefen es bei der Farbenblindheit (2 Fälle von Icterus catarrhalis, 1 von Hypertrophie der Leber, 1 von Leberkrebs) bewenden. Jedenfalls folgt schon daraus, daß der Farbenirrsinn eine schwerere und bedenklichere Form ist. Weitere Erfahrung muß lehren, ob man beim Icterus wirklich durch die Diagnose der Art der Farbenkrankheit im Voraus die Schwere des Falls bestimmen kann, wie es fast scheint.

Im Allgemeinen kann man den Farbenirrsinn in den einfachen und den vollständigen einteilen. Der Violettseher im Santonrausch ist einfach farbenirr; unter der Unzahl Farben, die er verwechselt ist nur ein complementäres Farbenpaar. Dasselbe ist mit *den* Daltonisten der Fall, die ich »ebene«¹⁾ genannt habe, weil sich der ihnen angeborne Farbencomplex gerade so durch eine Ebene darstellen läßt, wie beim Gesunden durch einen Kegel. Verschieden davon sind die Daltonisten, welche ich »lineare« genannt habe, wie z. B. die Herren K.²⁾ L.³⁾ und O., muthmaßlich auch die Nierenkranke, deren Untersuchung unvollständig geblieben ist, lineare, weil sich ihre angeborne Masse von Farben durch eine Linie sinnbildlich darstellen läßt.

Diesen vollständigen Farbenirren ist es eigenthümlich, daß ihnen alle complementären Farbenpaare bei einer bestimmten verschiedenen Stärke jedesmal gleich aussehen, den einfach Farbenirren nur ein Paar.

Alle Farbenirren haben das gemeinsam, daß noch nie zwei Kranke ein in Stärke und Ton übereinstimmendes Farbenpaar für gleich gehalten haben.

Ferner hat sich als Gesetz herausgestellt, daß jeder Farbenirre in einem complementären Farbenpaar, daß er gleich sieht, in dieser seiner charakteristischen Farbenglei-

1) Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 92.

2) Ibid. 98.

3) Ibid. 99.

chung (einem Farbenstempel) stets für die blaue oder rothe Seite eine schwächere Empfindung hat als für die grüne und gelbe.

Endlich scheint fast die Erfahrung zu lehren, daß alle Farbenirre Rothseher sind, mit Ausnahme der Violettseher im Santonrausch.

Zur Untersuchung Farbenirrer bediene ich mich meines Farbenmessers, wie er jetzt nach meinen Angaben¹⁾ zum praktischen Gebrauch (selbst am Krankenbett) geeignet von Hrn. Oertling verfertigt wird. In einem Polarisationsapparat (2 Nicols mit getheilten Kreisen) befindet sich fest ein achromatisches Doppelspathprisma und eine senkrecht zur Axe geschliffene Bergkrystallplatte von $\frac{1}{2}$ Ctm. Dicke. Man sieht dadurch das Bild eines Diaphragma stets doppelt, nebeneinander und complementär gefärbt. Die Farbe hängt von der Stellung des obern Nicol (O), der Stärkeunterschied beider Bilder von der des unteren (U) ab.

Der Farbenstempel der ebenen Daltonisten giebt in Form einer Gleichung die Ablesungen an beiden Kreistheilungen an, bei denen beide Bilder vollständig ihnen gleich aussehen.

Solche Farbenstempel sind beispielsweise für die Herren

$$A.: O + 22 = U - 57$$

$$B.: O + 12 = U \quad 53$$

$$F.: O + 15 = U \quad 60$$

$$G.: O + 13 = U \quad 60$$

$$H.: O + 12 = U \quad 50$$

$$J.: O + 17 = U \quad 48$$

$$N.: O + 16 = U \quad 52.$$

Ich brauche kaum zu wiederholen, daß ich bis jetzt ganz vergeblich einige der Herren confrontirt habe, diefs-

1) Man vergleiche die Abbildung Fig. 6 Taf. I. Ich bin sehr gern auch ferner bereit, durch einen Daltonisten meiner Bekanntschaft die kleine Correction des Instrumentes zu bestimmen, damit dieselben unter sich vergleichbar sind.

mal z. B. F. G. J. (wie schon vor Jahren E. und F.; G., H. und J; C. und M.); nie stimmt eine Gleichung für zwei Kranke.

Während ein Gesunder oder Farbenblinder sich vergeblich bemüht eine solche Farbengleichung zu finden, ist der Farbenirre in einer Minute damit fertig. Von dem gewöhnlichen einfachen unterscheidet sich der vollständig Farbenirre dadurch, daß jener eben nur in einer Stellung eine Gleichheit hat. Diesem kann man den obern Nicol stellen, wie man will; er bringt immer mit Hülfe einer Drehung am untern eine Gleichung zu Stande. Indefs nicht umgekehrt, über eine gewisse Helligkeitsdifferenz hinaus darf der untere Stachel nicht gedreht werden.

Beispielsweise stellte¹⁾ Hr. L. folgende Gleichungen auf:

1.	O — 10	= U — 56½
2.	O — 20	= U — 61
3.	O — 30	= U — 63½
4.	O — 40	= U — 66
5.	O — 50	= U — 58½
6.	O — 60	= U — 52½
7.	O — 70	= U — 46½
8.	O — 80	= U — 36½
9.	O — 90	= U — 32½
10.	O 80	= U — 27
11.	O 70	= U — 24
12.	O 60	= U — 20½
13.	O 50	= U — 22½
14.	O 40	= U — 29½
15.	O 30	= U — 36½
16.	O 20	= U — 45

1) Gewöhnlich steht der Farbenmesser so auf dem Fensterbrett, daß der tragende Stamm an seiner rechten Seite sich befindet, um links ablesen zu können. Die dem Beschauer zugewendeten Quadranten nenne ich die positiven. Geht die Marke auf die rechte Seite des Beschauers, so notire ich die Gradzahl der Ablesung rechts (hinter) der Ziffer (z. B. O 24 —).

17.	O	$10 - = U - 50$
18.	O	$0 \pm = U - 57$
19.	O	$10 + = U - 61$
20.	O	$20 + = U - 62\frac{1}{2}$
21.	O	$30 + = U - 64$
22.	O	$40 + = U - 58\frac{1}{2}$
23.	O	$50 + = U - 53\frac{1}{2}$
24.	O	$60 + = U - 49$
25.	O	$70 + = U - 40$
26.	O	$80 + = U - 36$
27.	$O + 90 + = U - 30\frac{1}{2}$	
28.	$O + 80 = U - 25\frac{1}{2}$	
29.	$O + 70 = U - 21\frac{1}{2}$	
30.	$O + 60 = U - 19\frac{1}{2}$	
31.	$O + 50 = U - 20$	
32.	$O + 40 = U - 24$	
33.	$O + 30 = U - 30\frac{1}{2}$	
34.	$O + 20 = U - 38\frac{1}{2}$	
35.	$O + 10 = U - 45\frac{1}{2}$	
36.	$O \pm 0 = U - 54\frac{1}{2}$	

Und Hr. O.:

37.	$O + 30 = U + 34$
38.	$O - 0 = U + 57$
39.	$O - 30 = U + 57$
40.	$O - 60 = U + 45$
41.	$O - 90 = U + 31$
42.	$O \quad 60 - = U + 20$
43.	$O \quad 30 - = U + 28$
44.	$O \quad 0 \pm = U + 56\frac{1}{2}; 58\frac{1}{2}$
45.	$O \quad 30 + = U + 67$
46.	$O \quad 60 + = U + 52$
47.	$O \quad 90 + = U + 34$
48.	$O + 60 = U + 22$

Hr. K.:

49.	$O \quad 0 \pm = U 42 +$
50.	$O \quad 30 - = U 68 +$
51.	$O \quad 60 - = U 54 +$
52.	$O \quad 90 - = U 43 +$

Man sieht daraus, daß total Farbenirre nicht so exact im Einstellen sind, wie es sonst die einfach Farbenirren machen, muthmaßlich theilweis nur aus einiger Flüchtigkeit, wenn sie von der Untersuchung etwas ermüdet werden, theilweis aber in Folge der Amblyopie und Sehnervenatrophie¹⁾, die wohl stets mit einer so hochgradigen Farbenkrankung verknüpft ist. Es giebt sich hieraus schon deutlich kund, daß die Stellung des unteren Nicol in gewissen Gränzen schwankt.

Danach kann man diese Fälle durch einen Komplex von Gleichungen charakterisiren, der für beide Gränztellungen und einen mittlern Werth des unteren Nicol die Resultate angiebt, nämlich z. B. für

$$\text{Hr. L.: } \left\{ \begin{array}{l} U - 30 = 0 + 89 -; + 32 - \\ U - 45 = 0 + 16 -; - 72 + \\ U - 60 = 0 - 6 +; - 44 + \end{array} \right\}$$

$$\text{Hr. O.: } \left\{ \begin{array}{l} U + 30 = 0 \pm 90 \pm; + 41 - \\ U + 45 = 0 + 20 -; - 73 + \\ U + 60 = 0 - 9 +; - 53 + \end{array} \right\}$$

Erinnert man sich nun, daß die Daltonisten zugleich farbenblind, und zwar rothblind und violettblind und beides in verschiedenem Maafsstab zusammen seyn können, so mag man sich allenfalls vorstellen, daß kein Daltonist streng die Farbe so sieht, wie ein anderer, und wie verschiedene Farbenempfindungen derselbe Reiz bei verschiedenen Menschen hervorbringen muß.

Jedenfalls habe ich unter 59 Farbenkranken noch kein Paar gefunden, welches vollständig denselben Farbensinn zeigt.

Unvereinbar ist damit, was sich von selbst versteht und, wie ich schon vor Jahren ausführlich gezeigt¹⁾, auch aus andern Erfahrungen und Gründen folgt, die ganze Young'-

1) Dieselbe ist die Ursach, daß ich noch nicht ganz sicher bin, ob Hr. K. sich vollständig so verhält, wie Hr. L. und O.; indem ich jedesmal von einer weiteren Untersuchung habe abstehen müssen.

2) Cf. Gräfe's Archiv 1860, S. 89 und Virchow's Archiv Bd. 20, S. 282.

sche Farbentheorie mit und ohne Modification, die doch nur drei Arten von Farbenblindheit oder mit Hinzunahme der Combinationen 6 zuläfst.

**V. Ueber die Aenderungen des magnetischen Moments, welche der Zug und das Hindurchleiten eines galvanischen Stroms in einem Stabe von Stahl oder Eisen hervorbringen;
von Dr. E. Villari,**

Professor am Königl. Lyceo zu Pisa.

(Auszugsweise in d. Monatsbericht. d. Berliner Akad. Juli 1865
veröffentlicht.)

Matteucci giebt an¹⁾, dafs wenn man einen Stab von hartem Eisen, der mittelst einer umgebenden Spirale magnetisirt ist, zieht, der Magnetismus des Stabes wächst. Hört der Zug auf, so vermindert sich wiederum der Magnetismus. Stellt man denselben Versuch mit weichem Eisen an, so verhält sich diels nach Matteucci umgekehrt. Ist die magnetisirende Spirale nicht mehr in Thätigkeit, so verursacht eine Ziehung ebenfalls eine Vermehrung des Magnetismus, das Nachlassen eine Verminderung.

Wertheim²⁾ hat die Versuche Matteucci's wiederholt, findet aber die Resultate desselben nur bestätigt, wenn die magnetisirende Spirale in Thätigkeit ist. — Er giebt aber zugleich an, dafs die beobachtete Ablenkung des Galvanometers um so geringer sey, je öfter die Ziehung wiederholt, und jemehr also der Draht gerade gerichtet sey. Es ist ihm daher zweifelhaft, ob bei vollkommen geradem Draht eine Ziehung den Magnetismus des Drahtes ändere.

Da weitere Angaben über diese Sache nicht vorliegen,

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LIII, p. 416.*

2) *Ibid. T. L. p. 385.*

so schien es wünschenswerth einige neue Versuche über die Wirkung der Ziehung anzustellen, um die Verschiedenheit der angegebenen Versuche Matteucci's und Werthheims aufzuklären. Den Apparat den ich hierbei anwandte, der in Fig. 7 Taf. I zum Theil abgebildet ist, bestand ähnlich wie der Matteucci's aus zwei Spiralen einer magnetisirenden *aa* und einer inducirenden *bb*, in welche letztere ein Spiegelgalvanometer nach der Construction von Wiedemann, mit verschiebbaren Rollen eingeschaltet war. Die Drähte *cc* führen zu dem Galvanometer.

Man misst mit dieser Methode nicht die jedesmalige Gröfse des Magnetismus, sondern die inducirende Wirkung einer Aenderung desselben. Es handelt sich im folgenden nur immer um solche Aenderungen, und, um diese nachzuweisen, dürfte es kaum ein einfacheres und schärferes Mittel geben.

Die Versuche wurden mit zwei Apparaten gemacht, einem kleinern und einem gröfseren. Der letztere, der vorzugsweise angewandt wurde, ist der in der beigegebenen Figur dargestellte.

Die beiden Spiralen steckten ganz fest in einander, und waren auf einem Tisch sehr gut befestigt, und zwar so, dafs die gemeinschaftliche Axe derselben von Ost nach West lag. Das Galvanometer war 4 bis 5 Meter von den Spiralen entfernt aufgestellt. Der Stab von Stahl oder Eisen, der zum Experimentiren dienen sollte, befand sich innerhalb der innern Spirale *bb*. An den beiden Enden des Stabes, von denen in der Figur nur das eine, *d*, sichtbar ist, waren zwei dicke Messingdrähte angelöthet oder angeschraubt. Der eine derselben war mittelst einer Schraube *f* befestigt, an dem andern befand sich ein Seil, welches über eine Rolle *d* ging und mittelst eines Hebels durch 240 Pfd. gespannt werden konnte. Damit weder diese Drähte noch die magnetisirten Stangen sich seitlich bewegen konnten, gingen sie durch zwei Holzstücke *hh*, die ganz fest mit dem Tisch, auf dem der Apparat stand, verbunden waren und ausserdem durch Korke *i*, die in die Enden der inneren Spirale gesteckt waren.

Ueberdies waren die Stahl- und Eisenstäbe, bevor sie in den Apparat eingesetzt wurden, so genau als möglich gerade gerichtet, und auch nachdem sie eingesetzt waren, wiederholt ausgezogen, und blieben endlich, damit sie auch wirklich gerade blieben, mit 40 Pfd. gespannt.

Die beiden angewandten Spiralen waren auf Messinghülsen gewickelt, die um die störende Induction zu vermeiden, aufgeschlitzt waren. Die äussere magnetisirende Spirale, die aus besponnenem Kupferdraht von 2,4^{mm} Durchmesser bestand, hatte eine Länge von 58,5^{mm} und 225^{mm} äusseren, und 110^{mm} inneren Durchmesser. Die innere Spirale bestand aus umsponnenem Kupferdraht von 1^{mm} Dicke und hatte eine Länge von 600^{mm}, und 30^{mm} äussern und 19^{mm} innern Durchmesser.

Die angewandten Stahl- und Eisenstäbe waren sämmtlich um mehrere Centimeter kürzer als die innere Spirale. Der kleinere Apparat war ähnlich construirt. Mit demselben sind nur diejenigen Versuche ausgeführt, die im folgenden mit A bezeichnet sind.

Zunächst wurden Versuche angestellt bei geschlossener magnetisirender Spirale. Diese haben zu folgenden Resultaten geführt.

Die magnetisirende Spirale geschlossen.

Wenn ein Stab von Eisen oder Stahl sich unter der Einwirkung einer magnetisirenden Spirale befindet, und man zieht denselben plötzlich, so vermehren die ersten Tractionen und gewöhnlich auch die ersten Detractionen den Magnetismus des Stabes, bis derselbe eine gewisse Grösse erreicht (bisweilen erlangt er diese schon durch die erste Traction). Hernach vermindern die Tractionen den Magnetismus, wenn der Stab dünn, und stark magnetisirt ist, während die Detractionen ihn um ebenso viel vermehren; ist jedoch der Stab dick und nicht sehr stark magnetisirt, so vermehren die späteren Tractionen den Magnetismus, während die Detractionen ihn um ebenso viel vermindern. In dem folgenden sind die Zahlenwerthe einiger Versuche

angegeben. Die angeführten Zahlen sind die galvanometrischen Ausschläge in Millimetern. Die Vermehrung des Magnetismus ist mit +, die Verminderung mit — bezeichnet.

I. Stahl.

1) Ein Stab von gewöhnlichem käuflichen Stahl, lang 495^{mm}, dick 6^{mm}.

Zahl der Traction und De- traction	Die magnetisirende Spirale geschlossen durch:					
	1 Daniell'sches Element ¹⁾		5 Daniell'sche Elemente		7 Dan. Elem. und 3 große Bunsen'sche Elemente	
	Traction	Detraction	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	+ 140	+ 7	+ 300	+ 2	+ 200	+ 16
2te	+ 14	— 5	+ 100	— 4	— 15	+ 25
nte	+ 7	— 6	+ 10	— 6	— 25	+ 30
					— 25	+ 25

2) Ein Stab von gehärtetem Stahl, lang 495^{mm}, dick 4^{mm}. Die magnetisirende Spirale geschlossen durch 3 Daniell'sche Elemente.

	Traction	Detraction
1ste	+ 240	+ 70
2te	— 60	+ 60
3te	— 70	+ 65
nte	— 75	+ 75

A. Stab von weichem Stahl, lang 200^{mm}, dick 2^{mm}. Die magnetisirende Spirale mit einem Bunsen'schen Element geschlossen.

	Traction	Detraction
1ste	+ 55	+ 5
2te	— 15	+ 14
nte	— 14	— 16
1te	+ 30	+ 14
2te	— 10	+ 13
nte	— 12	+ 12

1) Die sämtlichen angewandten Daniell'schen Elemente waren 100^{mm} hoch, die Bunsen'schen 200^{mm}.

Es folgen ähnliche mit Eisen angestellte Versuche.

II. Eisen.

1) Stab von weichem Eisen 295^{mm} lang und 4^{mm} dick.
Die magnetisierende Spirale geschlossen durch:

	1 Daniell'sches Element		3 Daniell'sche Elemente	
	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	+ 300		+ 70	+ 20
2te	+ 35	— 40	— 20	+ 22
3te	+ 40	— 35		
nte	+ 29	— 34	— 26	+ 25

2) Stab von künftlichem Eisen, lang 495^{mm}, dick 5^{mm}, 6.
Die magnetisierende Spirale geschlossen durch:

	2 Daniell'sche Elemente		7 Daniell'sche Elemente		7 Daniell'sche Elemente und 3 Bunsen'sche Elemente	
	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.
1ste	+ 260	— 40	+ 180	— 5	+ 100	+ 15
2te	+ 40	— 37	+ 20	— 2	+ 15	+ 20
3te			+ 12	— 5		
nte	+ 35	— 38	+ 5	— 5	— 25	+ 22 ¹⁾

3) Stab von Eisen wie der vorige, aber durch langsa-
mes Erkalten weich gemacht, die magnetisierende Spirale
geschlossen durch:

	3 Daniell'sche Elemente		7 Daniell'sche Elemente und 3 Bunsen'sche Elemente	
	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	etwa + 1000	— 120	— 45	+ 140
2te	+ 200	— 125	— 140	+ 140
nte	+ 115	— 120	— 145	+ 150 ²⁾

1) Bei diesen Versuchen waren die Rollen des Galvanometers weit abge-
zogen, so daß dasselbe ziemlich unempfindlich war.

2) Die Rollen des Galvanometers waren wieder genähert, so daß das Gal-
vanometer empfindlicher war.

A. Die magnetisirende Spirale geschlossen. Stab von Eisen 200^{mm} lang und 8^{mm} dick:

	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	+ 700	— 66	+ 55	+ 15
2te	+ 60	— 66	— 20	+ 15
3te	+ 60	— 66	— 20	+ 15
nte	+ 60	— 66	— 17	+ 12

Die angeführten Versuche zeigen deutlich den Einfluss der Stromstärke und der Dicke des Stabes auf das Vorzeichen und die Gröfse der galvanometrischen Ausschläge. Aehnliche Versuche wurden auch mit ganz hartem Stahl angestellt. Es diente dazu eine sehr hart gemachte Feile, die 32^{mm} lang und in der Mitte etwa 6^{mm} dick, und an den Enden etwas dünner war. Es wurde immer bei den späteren Ziehungen eine Verminderung des Magnetismus beobachtet, als die Feile mit zwei Daniell'schen Elementen magnetisirt wurde. Wurde dieselbe nur durch ein Daniell'sches Element magnetisirt, so waren die Ausschläge des Galvanometers zu klein für eine sichere Beobachtung. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dafs wenn man nur das Verhältnifs der Gröfse des Stahlstabes und der Intensität des Stromes richtig wählen könnte, der ganz harte Stahl ebenso wie der gewöhnliche Stahl und das Eisen bei den späteren Ziehungen eine Vermehrung des Magnetismus zeigen würde.

III. Ganz harter Stahl.

(Die obige Feile.)

Die magnetisirende Spirale geschlossen durch:

	2 Daniell'sche Elemente		5 Daniell'sche Elemente	
	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	+ 35	+ 7	+ 43	+ 13
2te	+ 0	+ 2	— 7	+ 14
	— 2	+ 2		
nte	— 3	+ 3	— 14	+ 14

Die magnetisirende Spirale geöffnet.

Wenn die auf einen Stahlstab wirkende Spirale, nachdem sie den Stahlstab magnetisirt hat, geöffnet wird, und man nun den Stab wiederholt zieht, so vermindern die ersten Tractionen und Detractionen ihren Magnetismus bis zu einer gewissen Gröfse, die späteren Ziehungen vermindern ihn dann, während die Detractionen ihn um ebenso viel vermehren.

IV. s t a h l.

1) Harter Stahlstab, 495^{mm} lang, 4^{mm},4 dick, die magnetisirende Spirale unterbrochen.

	Traction	Detraction
1ste	— 155	— 15
2te	— 30	+ 7
3te	— 17	+ 15
4te	— 19	+ 13

2) Die oben benutzte harte Feile.

	Traction	Detraction
1ste	— 30	0
2te	— 30	+ 6
3te	— 6	+ 7

A. Magnetisirende Spirale unterbrochen. Ein Stahlstab, lang 200^{mm}

2mm dick			6mm dick		
	Traction	Detraction		Traction	Detraction
1ste	— 35	— 5	1ste	— 55	— 15
2te	— 7	+ 4	2te	— 10	+ 2
3te	— 5	+ 5	3te	— 4	+ 4

Ist dagegen ein Stab von weichem Eisen durch die magnetisirende Spirale magnetisirt und wird derselbe, nachdem die Spirale geöffnet, wiederholt gezogen, so bringen die ersten Tractionen und Detractionen eine Verminderung des Magnetismus bis zu einer gewissen Gröfse hervor, die späteren Tractionen vergrößern jedoch den Magnetismus, während die zugehörigen Detractionen ihn um ebenso viel vermindern.

V. Eisen.

Weicher Eisenstab, lang 490^{mm}, dick 4^{mm}, die magnetisirende Spirale unterbrochen:

	Traction	Detraction
1ste	-1300 etwa	- 400
2te	- 30	- 135
3te	+ 50	- 95
nte	+ 70	- 75

Desgleichen:

	Traction	Detraction
1ste	-1300 etwa	- 360
2te	- 20	- 175
3te	+ 45	- 143
nte	+ 80	- 85

A. Weicher Eisenstab, lang 200^{mm}

dick 3 ^{mm}			dick 5 ^{mm}		
	Traction	Detraction		Traction	Detraction
1ste	- 240	- 36	1ste	- 200	- 28
2te	+ 18	- 26	2te	+ 5	- 25
3te	+ 15	- 20	3te	+ 12	- 23
nte	+ 15	- 20	nte	+ 22	- 22

Aus diesen Versuchen sieht man, dafs in den späteren Ziehungen das Eisen sich umgekehrt wie Stahl verhält. Da sich bereits bei den Versuchen mit geschlossener Spirale ergeben hatte, dafs die Gröfse des Magnetismus den Sinn der Ausschläge der späteren Ziehungen bedingt, so lag die Annahme nahe, dafs die Verschiedenheit bei Stahl und Eisen, welche sich bei geöffneter Spirale in den späteren Ziehungen zeigt, ebenfalls durch die Verschiedenheit ihres Magnetismus bedingt ist. Denn der Stahl behält eine grofse Menge remanenten Magnetismus, das Eisen nur wenig. Die angeführten Beobachtungen bei geöffneter Magnetisirungsspirale beziehen sich auf harten Stahl und weiches Eisen. Es finden sich aber alle Uebergänge von dem einen dieser Körper zum andern. Es sind daher auch einige

Versu
härtet

Ha

1ste
2te
3te
:
nte
:

A.

1ste
2te
3te
4te
5te
6te
7te

Ma

Magne
hält.
Stahl
Magne
Stab e
einen
man d
Strom
in sein

1ste
2te
nte

Versuche mit hartem Eisen gemacht, welches sich wie gehärteter Stahl verhält.

VI. Hartes Eisen.

Hartes Eisen 495^{mm} lang, 4^{mm},4 dick.

	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	— 1200 etwa	— 240	— 1200 etwa	— 60
2te	— 90	— 10	— 80	— 70
3te	— 40	— 50	— 70	
⋮				
nte	— 30	+ 11	— 7	+ 3
⋮	— 23	+ 15	— 9	+ 3
⋮	— 20	+ 15	— 13	+ 10

A. Hartes Eisen, lang 200^{mm},

dick 3^{mm}.

dick 5^{mm}.

	Traction	Detraction		Traction	Detraction
1ste	— 250	— 34	1ste	— 130	0
2te	— 20	— 0	2te	— 25	+ 4
3te	— 10	— 0	⋮		
4te	— 10	+ 5	⋮		
5te	— 10	+ 8	nte	— 12	+ 7
6te	— 10	+ 8		— 15	+ 8
7te	— 10	+ 10			

Man kann aber auch dem Stahl solchen remanenten Magnetismus ertheilen, dafs sich derselbe wie Eisen verhält. Diefs ist zwar nicht möglich dadurch, dafs man den Stahl durch Demagnetisiren einen Theil seines remanenten Magnetismus entzieht, wohl aber dadurch, dafs man den Stab erst in dem einen Sinn magnetisirt und dann durch einen schwächeren Strom im umgekehrten Sinn. Dann hat man das Eisen schwach magnetisirt im Sinne des letzten Stromes. Zieht man jetzt den Stab, so verhält er sich in seinen späteren Perioden gerade wie Eisen.

	Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste	— 35	— 22	— 65	— 30
2te	0	— 15	+ 6	— 14
⋮	+ 9	— 6	+ 5	— 11
nte	+ 7	— 8	+ 5	— 9

Die vorhergehenden Versuche zeigen, daß die Aenderungen des magnetischen Moments, welche die Ziehung hervorbringt, in zwei Perioden zerfallen. Die erste derselben reicht so weit, als Traction und Detraction in gleichem Sinne verändernd wirken, in der zweiten finden diese Veränderungen im entgegengesetzten Sinne statt. Offenbar liegt die Gränze der beiden Perioden da, wo bei magnetisirender Spirale das Maximum des Magnetismus und bei geöffneter das Minimum desselben eingetreten ist.

In der ersten Periode bringen bei magnetisirender Spirale Tractionen und Detractionen sowohl bei Stahl als bei Eisen eine Vermehrung des Magnetismus hervor; ist dagegen die magnetisirende Spirale unterbrochen, so bringen Tractionen und Detractionen eine Verminderung hervor.

In der zweiten Periode vermindern, wenn die magnetisirende Spirale in Thätigkeit ist, die Tractionen den Magnetismus, und die zugehörigen Detractionen vermehren ihn, sowohl bei Stahl wie bei Eisenstäben, wenn dieselben dünn sind, oder der magnetisirende Strom stark ist; sind die Stäbe dagegen dick oder der Strom schwach, so findet das Umgekehrte statt. Bei ganz hartem Stahl findet beim Ziehen immer eine Verminderung und beim Nachlassen eine Vermehrung statt.

Ist die magnetisirende Spirale unterbrochen, so findet in der zweiten Periode bei Stahl und hartem Eisen eine Verminderung des Magnetismus durch die Ziehung statt, und eine Vermehrung durch das Nachlassen. Weiches Eisen verhält sich umgekehrt.

Die erste Periode bietet keine Schwierigkeiten für die Erklärung. Eine Ziehung wirkt in derselben ebenso, wie andere mechanische Erschütterungen, Schlagen, Torsion, oder Biegen des Stabes. Sie bringt nämlich, wie diese, bei geschlossener Spirale stets eine Vermehrung, bei geöffneter eine Verminderung des Magnetismus hervor.

Man kann in der That die erste Periode, statt sie durch Ziehen hervorzubringen, durch Erschüttern, Schlagen und dergleichen ersetzen, so daß, wenn man nach dem Er-

schütt
zweite
sehr
gehen
Diefs

VII

V
rende

In
stand
der T
Anwe
lich
durch
tung
dingt
ben
hen

F
drei
nach
mind
eben
Wur
ment
Thei
des S
tism
Po

schüttern zieht, nun nicht die erste, sondern gleich die zweite Periode auftritt. Ebenso kann man durch einen sehr starken magnetisirenden Strom die erste Periode umgehen, und beim Ziehen gleich die zweite Periode erhalten. Diefs Letztere ergibt sich aus folgenden Versuchen.

VII. Verlust der ersten Periode durch starken magnetisirenden Strom.

Weiches Eisen 490^{mm} lang, 4^{mm},4 dick, der magnetisirende Strom geschlossen durch

8 Daniell'sche Elemente		3 Daniell'sche Elemente	
Traction		Traction	
Iste	— 55	Iste	+ 600
desgl. Iste	— 70	desgl. Iste	+ 460
" Iste	— 60	" Iste	+ 450.

In Bezug auf die erste Periode ist aber noch ein Umstand zu berücksichtigen, auf den Wiedemann zuerst bei der Torsion aufmerksam gemacht hat, und der sich bei der Anwendung des Zuges ebenso zeigt. Magnetisirt man nämlich einen Stab mittelst eines Stromes, und sendet dann durch die Spirale einen Strom in entgegengesetzter Richtung, der die erste Magnetisirung theilweis aufhebt, so bedingt die Stärke des Letzteren, ob nach Aufhebung desselben der im Stab zurückgebliebene Magnetismus durch Ziehen vermehrt oder vermindert wird.

Ein Stahlstab 490^{mm} lang und 6^{mm},6 dick wurde durch drei Bunsen'sche Elemente magnetisirt, wenn er sodann nach Unterbrechung des Stromes gezogen wurde, so verminderte sich sein Magnetismus beim ersten Ziehen, und ebenso verminderte er sich, wenn die Ziehung nachliefs. Wurde der Stab, nachdem er durch 3 Bunsen'sche Elemente magnetisirt war, mittelst 3 Daniell'sche Elemente zum Theil demagnetisirt, so vermehrte sich nach Unterbrechung des Stromes beim ersten Ziehen sein ursprünglicher Magnetismus und ebenso beim ersten Nachlassen.

Durch 3 Bunsen'sche Elemente magnetisirt		Durch 3 Buns. Elem. magnetisirt und durch 3 Daniell. Elem. demagnetisirt	
Traction	Detraction	Traction	Detraction
1ste — 75	— 10	+ 35	+ 22
desgl. 1ste — 60	— 12	+ 60	+ 22
" 1ste — 65	— 0	+ 35	+ 20

Wurde der Stab nur durch einen sehr schwachen Strom demagnetisirt, so trat diese Aenderung nicht ein. — Dafs die Veränderungen des Magnetismus beim ersten Ziehen auf Erschütterungen zurückzuführen sind, geht noch aus folgendem hervor. Ist der magnetisirende Strom langsam unterbrochen worden, so nimmt der Magnetismus des Stabes beim Ziehen in größerem Maafse ab, als wenn die Unterbrechung plötzlich geschehen ist. Diefs ist vollständig erklärt durch die Annahme, dafs die plötzliche Unterbrechung als eine Erschütterung wirkt. Um den Strom langsam zu unterbrechen, befanden sich zwei Zinkscheiben, durch deren Berührung der Strom geschlossen war, in einer Solution von schwefelsaurem Zinkoxyd, die in einer langen Röhre enthalten war. Die eine dieser Scheiben wurde langsam in dieser Flüssigkeit von der andern fortbewegt und schließlic ganz herausgehoben.

VIII. Langsame und schnelle Unterbrechung.

Weiches Eisen, lang 495^{mm}, dick 4^{mm}, die magnetisirende Spirale wurde unterbrochen

	langsame Unterbrechung	schnelle Unterbrechung
	Traction	Traction
1ste	— 545	— 480
desgl. 1ste	— 560	— 490
desgl. 1ste	— 565	— 492

Die Phänomene der zweiten Periode lassen sich nicht mit der Leichtigkeit wie die der ersten erklären, oder auch nur mit bekannten andern Erscheinungen in Zusammenhang bringen. Die Tractionen und Detractionen können in dieser Periode nicht als bloße Erschütterungen wirken,

denn dadurch würde sich die Verschiedenheit bei starkem und schwachem Strom nicht erklären lassen; ebenso wenig genügt die Annahme von Temperaturveränderungen zur Erklärung.

Der wesentliche Einfluss den, wie oben erwähnt, die Stärke des magnetisirenden Stromes auf die zweite Periode ausübt, lässt sich aber auf die folgende Erscheinung zurückführen. Es ist bekannt, dass in einem durch einen Strom magnetisirten Stabe in jedem Querschnitt der Magnetismus an der Peripherie grösser ist als im Innern. Der Verfasser hat nun versucht gleichsam mit den peripherischen und centralen Moleculen eines Stabes gesondert zu experimentiren.

In einer Eisenröhre wurde ein ebenso langer Eisenstab mit Korken befestigt und beide zusammen in die inducierende Spirale des Apparates eingesetzt. Darauf wurde einmal die Röhre an die den Zug vermittelnden Messingstücke angeschraubt, das andere Mal der Draht, und wenn beide zusammen magnetisirt waren, wurde der befestigte Theil gezogen. Dadurch wurde einmal nur der äussere Theil des Querschnittes, das andere Mal nur der innere gezogen.

IX. Ziehung des äusseren und inneren Theils des Querschnitts.

Röhre von hartem Eisen. 500^{mm} lang, äusserer Durchmesser 13^{mm},5, innerer 8^{mm},2, Eisendraht im Innern der Röhre, lang 495^{mm}, dick 4^{mm},4. Die magnetisirende Spirale geschlossen durch

No.	5 Bunsen'sche Elemente				3 Bunsen'sche Elemente				2 Bunsen'sche Elemente			
	Ziehung				Ziehung				Ziehung			
	des Rohres		des Stabes		des Rohres		des Stabes		des Rohres		des Stabes	
	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.	Tract.	Detract.
1ste	+ 20	+ 107	+ 390	+ 40	+ 310	+ 15	+ 1000	- 95	+ 1000	- 100	+ 1000	- 120
2te	- 100	+ 107	- 30	+ 35	- 5	+ 20	+ 90	- 80	+ 122	- 105	+ 155	- 105
3te	- 90	+ 102	- 38	+ 40	- 21	+ 20	+ 70	- 80	+ 110	- 105	+ 130	- 110
1ste	+ 10	+ 100	+ 350	+ 40	+ 290	+ 22	+ 1000	- 95	+ 1000	- 105	+ 1000	- 105
2te	+ 90	+ 100	- 33	+ 40	- 8	+ 21	+ 105	- 78	+ 120	- 105	+ 105	- 110
3te	- 110	+ 105	- 42	+ 42	- 23	+ 20	+ 72	- 80	+ 105	- 95	+ 130	- 110

Hieraus sieht man, daß wenn der magnetisirende Strom stark ist (5 Bunsen'sche Elemente), also sowohl die Röhre wie der Draht vollständig magnetisirt sind, nicht nur beim Ziehen der Röhre, sondern auch des Drahtes in der zweiten Periode bei geschlossener Spirale eine Verminderung des Magnetismus eintritt. Ist dagegen der Strom schwach (2 Bunsen'sche Elemente), so ist weder die Röhre noch der Draht bis zum Maximum magnetisirt, und eine Ziehung bringt daher bei beiden eine Vermehrung des Magnetismus hervor. Wenn endlich die Röhre und der Draht durch 3 Bunsen'sche Elemente magnetisirt sind, so ist die Röhre bis zum Maximum magnetisirt, und eine Ziehung in der zweiten Periode bringt eine Verminderung ihres Magnetismus hervor; bei dem Draht dagegen, der nicht vollständig magnetisirt ist, eine Vermehrung.

Zöge man also die Röhre und den Draht zu gleicher Zeit, so würde man im ersten Fall (5 Bunsen'sche Elemente) eine Verminderung des Magnetismus gleich der Summe der einzelnen Verminderungen haben, im anderen, wenn der Strom schwach (2 Bunsen'sche Elemente), eine Vermehrung gleich der Summe der einzelnen Vermehrungen; im dritten Fall endlich (3 Bunsen'sche Elemente) würde man eine Wirkung haben, die gleich ist der Differenz der Wirkungen der Ziehung der Röhre und des Drahtes.

Die eigenthümlichen Resultate, die im Obigen für die Ziehung angegeben sind, insbesondere das Auftreten der zweiten Periode, riefen die Frage hervor, in wie weit etwa andere Ursachen, von denen man weiß, daß sie das magnetische Moment eines Stabes überhaupt modificiren, bei derselben Untersuchungsmethode, ähnliche Resultate geben möchten. Man weiß bereits, daß durch das Hindurchgehen eines Stromes durch die Länge eines Magneten das Moment desselben geändert wird. In seinen magnetischen Untersuchungen (Pogg. Ann. 117 S. 213) theilt Wiedemann einige Versuche über diesen Gegenstand mit, und giebt als Resultat derselben Folgendes an. »Leitet man durch einen temporär magnetisirten Eisenstab einen Strom

direct hindurch, während der magnetisirende Strom geschlossen bleibt, so vermindert sich sein temporärer Magnetismus. Nach dem Oeffnen des hindurchgeleiteten Stromes tritt der temporäre Magnetismus stärker auf als vorher. Bei wiederholtem Schliessen des hindurchgeleiteten Stromes, gleichviel in welcher Richtung er den Stab durchläuft, vermindert sich dann stets der temporäre Magnetismus, und tritt nach dem Oeffnen in gleicher Stärke wie vorher auf.

Leitet man ebenso durch einen Eisendraht einen Strom nachdem der magnetisirende Strom geöffnet ist, so vermindert sich gleichfalls sein permanenter Magnetismus. Beim Oeffnen des hindurchgeleiteten Stromes wächst derselbe wieder ein wenig, aber nicht bis zur früheren Stärke. Wiederholtes Schliessen des hindurchgeleiteten Stromes vermindert den permanenten Magnetismus des Drahtes nur noch wenig. Wird aber ein Strom in entgegengesetzter Richtung durch den Draht geleitet, so vermindert sich sein Magnetismus wieder stark. Hat man einem Draht durch wiederholte Umkehrung der Richtung des hindurchgeleiteten Stromes einen großen Theil seines remanenten Magnetismus entzogen, und leitet den Strom durch denselben in der einen oder anderen Richtung, so zeigt er in dem einen Fall eine viel stärkere Magnetisirung als im andern. « Diese Versuche wurden von Wiedemann nach einer Methode ausgeführt, welche die Größe des entstandenen Magnetismus jedesmal zu bestimmen gestattete, während bei der hier angewandten Methode, die durch eine Aenderung des magnetischen Moments hervorgebrachte Induction beobachtet wird. Durch diese letzte Methode ist man im Stande kleine Aenderungen in der Intensität des Magnetismus mit großer Genauigkeit wahrzunehmen. Die folgenden Versuche sind sowohl mit Eisen- wie mit Stahlstäben ausgeführt, und haben zu Resultaten geführt, welche sich den, bei der Anwendung des Zuges erhaltenen nahe anschließen.

Wenn ein Stab von hartem Stahl sich in einer magnetisirenden Spirale befindet und es wird durch denselben

ein Strom geleitet, so vergrößert der Eintritt desselben das magnetische Moment des Stabes, wenn der Kohlenpol der Säule mit dem Nordpol in Verbindung steht. Wenn darauf der Strom unterbrochen wird, so tritt eine neue Vermehrung des Magnetismus ein. Wird die Schließung und Unterbrechung wiederholt, so wirken die nächsten neuen Schließungen und Oeffnungen in ähnlicher Weise, von den späteren aber vermindern die neuen Schließungen den Magnetismus, während die Unterbrechungen ihn vermehren. Geht der Strom in entgegengesetzter Richtung durch den Stab, so wirken die ersten Schließungen und die ersten Unterbrechungen auch vergrößernd, die späteren Schließungen aber vermehren, und die späteren Oeffnungen vermindern den Magnetismus.

X. Strom durch harten Stahl.

Die magnetisierende Spirale geschlossen. Eine runde Feile von 290^{mm} Länge und 12^{mm} Durchmesser. Der den Stab durchfließende Strom geht

No.	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
	Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
1.	+ 160	+ 20	+ 125	+ 4
2.	+ 4	+ 7	+ 12	— 6
3.	— 6	+ 7	+ 10	— 7
			+ 11	— 8
n	— 6	+ 6	+ 6	— 7

Eine runde Feile von 220^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser.

1.	+ 17	+ 5	+ 22	— 0
2.	+ 0	+ 2	+ 1	— 1
3.	— 1	+ 1	+ 1	— 1
4.	— 1	+ 1	+ 1	— 1
n	— 1	+ 1	+ 1	— 1

Stahlstab von 370^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser.

1.	+ 180	+ 25	+ 150	+ 12
2.	+ 7	+ 9	+ 20	0
3.	— 3	+ 7	+ 9	— 4
4.	— 6	+ 6	+ 10	— 4
5.	— 6	+ 6	+ 7	— 4
6.	— 6	+ 6	+ 5	— 5

Wenn durch die magnetisirende Spirale kein Strom geht, und es wird ein Strom durch den bereits magnetisirten gehärteten Stahl geleitet, so bewirkt die erste Schließung sowie die erste Unterbrechung eine Verminderung des Magnetismus, welches auch die Richtung des Stromes seyn mag, die späteren Schließungen vermindern denselben, wenn der Kohlenpol der Säule mit dem Südpol des Stahlstabes in Verbindung ist, und die späteren Unterbrechungen vergrößern ihn. Bei umgekehrter Richtung wirken die späteren Unterbrechungen und Schließungen in entgegengesetztem Sinn.

In der folgenden Tabelle sind einige der Beobachtungen enthalten.

XI. Strom durch harten Stahl.

Die magnetisirende Spirale geöffnet. Eine runde Feile 290^{mm} Länge und 12^{mm} Durchmesser. Der den Stab durchfließende Strom geht

No.	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
	Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
1.	— 110	+ 1	— 65	— 13
2.	— 10	+ 9	+ 5	— 7
3.	— 11	+ 9	+ 7	— 7
4.	— 8	+ 8		
n	— 9	+ 9	+ 7	— 7

Eine runde Feile 220^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser.

1.	— 7	0	— 6	0
2.	— 2	+ 1	+ 2	0
3.	— 1	+ 1	+ 1	— 1
4.	— 1	+ 1	+ 1	— 1
5.			+ 1	— 1

Stahlstab von 370^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser.

1.	— 170	— 15	— 130	— 25
2.	— 50	— 2	— 25	— 12
3.	— 15	+ 5	— 2	— 8
4.	— 12	+ 6	0	— 6
5.	— 10	+ 7	+ 4	— 5
6.	— 8	+ 8	+ 4	— 5
7.	— 11	+ 7		
8.	— 9	+ 8		
9.	— 7	+ 7		
n	— 7	+ 7	+ 5	— 5

Weiches Eisen verhält sich wesentlich anders.

Befindet sich ein Stab von weichem Eisen in der magnetisirenden Spirale und wird ein elektrischer Strom durch denselben geleitet, so bringen die ersten Schließungen sowohl als die ersten Unterbrechungen eine Vermehrung des Magnetismus bis zu einem Maximum hervor, dann aber wird der Magnetismus bei jeder neuen Schließung geschwächt, und bei jeder neuen Unterbrechung gesteigert, so daß das Maximum, soweit es hieraus geschlossen werden kann, unverändert bleibt.

Der Erfolg ist derselbe, der Strom mag durch das Eisen in der einen oder anderen Richtung hindurch gehen.

XII. Strom durch welches Eisen.

Die magnetisirende Spirale geschlossen. Stab von 370^{mm} Länge und 8^{mm} Durchmesser. Der ihn magnetisirende Strom von 4 Daniell'schen Elementen geschlossen¹⁾. Der den Stab durchfließende Strom von 2 Bunsen'schen Elementen geht

No.	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
	Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
1.	+ 320	+ 100	+ 260	+ 85
2.	— 53	+ 73	— 35	+ 64
3.	— 60	+ 70	— 51	+ 60
4.	— 67	+ 68	— 55	+ 60
n	— 70	+ 70	— 55	+ 57

Stab von 370^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser.

1.	+ 310	+ 140	+ 500	+ 120
2.	— 90	+ 100	— 80	+ 70
3.	— 95	+ 100	— 85	+ 70
4.			— 80	+ 60
n	— 95	+ 95	— 70	+ 65

Ist die magnetisirende Spirale geöffnet, so bringen die ersten Schließungen und Oeffnungen des durch das Eisen gehenden Stromes Verringerungen seines Magnetismus bis zu einem Minimum hervor, und zwar welches auch die

1) Die Elemente waren etwa 10^{cm} hoch.

Richtung dieses Stromes in Bezug auf den Magnetismus des Stabes seyn mag. Die späteren Schließungen vermehren alsdann den Magnetismus, und die Unterbrechungen verringern ihn um ebenso viel, so daß anscheinend das Minimum constant bleibt.

Dieses letztere Verhalten ist dem bei geschlossener Spirale gerade entgegen.

XIII. Strom durch weiches Eisen.

Die magnetisirende Spirale geöffnet. Stab von 370^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser. Den Stab durchfließt ein elektrischer Strom in der Richtung

No.	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
	Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
1.	— 700	— 60	— 600	— 100
2.	+ 25	— 50	+ 50	— 100
3.	+ 35	— 50	+ 65	— 90
4.	+ 40	— 47	+ 72	— 80
5.	+ 45	— 46	+ 75	— 80
6.	+ 45	— 45	+ 75	— 80
7.	+ 50	— 45	+ 80	— 80

Stab von 200^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser.

1.	— 15	— 4	— 15	— 3
2.	0	— 2	— 2	— 2
3.	— 1	— 2	+ 1	— 1
4.	+ 2	— 2	+ 2	— 2
5.	+ 1	— 2		
6.	+ 1	— 2		
7.	+ n	— 2	+ 2	— 2

Dem vorigen ähnliche Versuche wurden angestellt mit Eisen und Stahl, die verschieden hart und weich gemacht waren, und wie vorauszusehen, zeigten die verschiedenen Stahl- und Eisenstäbe alle möglichen Wechsel der zweiten Periode, während die erste immer dieselbe blieb.

Strom durch Stahl und Eisen von verschiedener Härte.

XIV. Strom durch weichen Stahl.

Stab von 370^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser. Der magnetisirende Strom von 6 Daniell'schen Elementen von 10^{cm} Höhe

geschlossen		geöffnet					
Der den Stab durchfließende Strom geht							
vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.		vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
1. + 400	+ 30	— 400	+ 45	— 900 etwa	— 90	1. — 900	— 100
2. + 7	+ 35			— 100	— 20	2. — 85	— 50
3. — 20	+ 30			— 45	— 12	3. — 7	— 30
n — 25	+ 25					4. + 4	— 28
				0	9	5. + 12	— 28
				2	7	6. + 16	— 25
				2	8	7. + 17	— 25
				3	7	n + 23	— 23

XV. Hartes Eisenrohr.

380^{mm} Länge, 14^{mm} äußerem und 9^{mm} innerem Durchmesser. Der magnetisierende Strom

geschlossen.

geöffnet.

Der den Stab durchfließende Strom geht

No.	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd - zum Nordpol.		vom Nord- zum Südpol.		vom Süd - zum Nordpol.	
	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung
1.	+ 160	+ 120	- 600	- 10	- 415	+ 50	- 120	- 80
2.	- 50	+ 90	+ 45	- 45	- 50	+ 45	- 50	- 80
3.					- 40	+ 40		
n	- 80	+ 80	+ 40	- 40	- 40	+ 40	+ 70	- 70

XVI. Weiches Eisenrohr.

380^{mm} Länge, 14^{mm} äußerem und 9^{mm} innerem Durchmesser. Der magnetisierende Strom von 4 Daniell'schen Elementen

geschlossen.

geöffnet.

Der den Stab durchfließende Strom von 3 Bunsen'schen Elementen geht

No.	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.		vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung
1.	+ 500	+ 170	+ 260	+ 220	- 800	- 70	- 620	- 140
2.	- 100	+ 120	- 110	+ 150	+ 20	60	+ 70	- 115
3.			- 135	+ 143	+ 40	- 65		
n	- 120	+ 100	- 140	+ 130	+ 60	- 60	+ 100	- 105

XVII. Stab von hartem Eisen.

370^{mm} Länge und 7^{mm} Durchmesser. Der magnetisirende Strom von 4 Daniell'schen Elementen geschlossen. Der den Stab durchfließende Strom von 3 Bunsen'schen Elementen geht geöffnet.

	vom Nord - zum Südpol.		vom Süd - zum Nordpol.		vom Nord - zum Südpol.		vom Süd - zum Nordpol.	
	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung
1.	+ 310	+ 140	+ 500	- 120	- 600	- 40	500	- 100
2.	- 90	+ 100	- 80	+ 70	30	22	+ 40	75
3.	-	+ 100	+ 85	+ 70	5	22	+ 50	75
4.	-	+ 100	- 80	+ 60	5	21	+ 60	72
a					5	20		
					7	20		
					11	20		
					13	18		
					14	21		
	- 95	+ 95	- 70	+ 65	+ 17	- 23	+ 70	- 70

Aus den angegebenen Versuchen sieht man, daß dieselbe Röhre, je nachdem sie weich oder hart ist, sich wie Eisen oder Stahl verhält. Ferner, daß die Uebergänge in der Härte auch entsprechende Wirkungen beim Durchgehen des Stromes bedingen. So z. B. der gehärtete Eisenstab Versuch XVII. Derselbe verhält sich bei geöffneter Spirale zwar wie Eisen, indem der Sinn des Galvanometer-Ausschlags unabhängig von der Richtung des Stromes ist, der durch ihn hindurchgeht, allein die Gröfse derselben ist verschieden, je nachdem der Strom den Stab von seinem Nord- zum Südpol oder von seinem Süd- zum Nordpol durchläuft. Im ersten Fall sind die Ausschläge kleiner, weil zu den Wirkungen des weichen Eisens, solche von hartem Stahl hinzutreten, die entgegengesetztes Vorzeichen haben würden, im zweiten Falle sind die Ausschläge gröfser, weil beide in demselben Sinne sind. Dasselbe sieht man bei dem Stahlstab in Versuch XIV. Man beobachtet daher alle Zwischenstufen, und es ist mithin nicht schwer einen Eisenstab zu finden, der in Bezug auf Härte die Mitte zwischen Stahl und Eisen hält, und daher die zweite Periode gar nicht zeigt, wenn der Strom ihn in einem Sinn durchläuft, während er dieselbe zeigt, wenn der Strom in entgegengesetztem Sinne durch ihn hindurchgeht. Das Letztere findet nämlich dann statt, wenn die Wirkungen von Stahl und Eisen in gleichem Maafse vorhanden sind. Läßt man durch einen Eisenstab einen Strom mehrere Male in einem Sinne hindurchgehen, schließt dann die magnetisirende Spirale, und läßt nun wieder einen Strom durch den Stab gehen, so ist der galvanometrische Ausschlag kleiner, wenn der Strom den Stab in demselben Sinne wie zuvor durchläuft, als wenn er im entgegengesetzten Sinne hindurchgeht. Läßt man den Strom mehrere Male durch den Stab in demselben Sinne gehen, schließt dann die magnetisirende Spirale, unterbricht sie darauf und sendet dann einen Strom hindurch, so ist die Wirkung desselben ebenfalls abhängig von der Richtung des hindurchgegangenen Stromes. Denn es tritt eine stärkere Verminderung

des Magnetismus ein, wenn der Strom im entgegengesetzten Sinne, als wenn er in demselben hindurchgeht. Diefes Factum gilt allgemein, in welcher Richtung in Bezug auf die Magnetisirung der Stab vom Strom durchlaufen worden.

XVIII. Stab von Eisen

von 370^{mm} Länge und 8^{mm} Durchmesser, zu wiederholten Malen von einem Strom von 3 Bunsen'schen Elementen durchflossen. Der magnetisirende Strom

geschlossen.

geöffnet.

Der Strom geht durch den Stab

im gleichen Sinne	im entgegengesetzten Sinne	im gleichen Sinne	im entgegengesetzten Sinne
+ 200 wiederholt	+ 310 wiederholt	— 610 wiederholt	— 870 wiederholt
+ 180 wiederholt	+ 280 wiederholt	— 610 wiederholt	— 940 wiederholt
+ 197 wiederholt	+ 310 wiederholt	— 390 wiederholt	— 760 wiederholt
+ 190	+ 280	— 340	— 710

Jede dieser Zahlen giebt den Ausschlag des Galvanometers bei der ersten Schließung des nach der Magnetisirung hindurch geleiteten Stromes.

Von den früheren Einflüssen, denen die Stäbe ausgesetzt waren, hängen ohne Zweifel auch die Verschiedenheiten der Ausschläge ab, die in den vorhergehenden Versuchen bei ein und demselben Stahl sich zeigen.

In Folge dieser Wirkung der Umkehr des Stromes kommt es auch, daß wenn man, nachdem die zweite Periode eingetreten ist, den Strom umkehrt, sogleich wieder die erste Periode auftritt, freilich mit geringerer Intensität als zuvor. Diefes Phänomen kann öfter wiederholt werden und zwar immer mit demselben Erfolg, bis endlich das Umkehren des Stroms nichts weiter hervorbringt, als die Aenderungen, die bei Umkehr des Stromes der zweiten Periode immer auftreten.

XIX. Eisenstab

von 370^{mm} Länge und 8^{mm} Durchmesser. Der magnetisierende Strom

geschlossen			geöffnet		
vom Nord- zum Südpol.			vom Süd- zum Nordpol.		
	Schließung	Oeffnung		Schließung	Oeffnung
1	+ 210	+ 83	1	— 155	— 80
...			...		
n	— 45	+ 60	n	+ 65	— 60
vom Süd- zum Nordpol.			vom Nord- zum Südpol.		
1	+ 120	+ 40	1	— 390	— 60
...			...		
n	— 50	+ 30	n	+ 55	— 54
vom Nord- zum Südpol.			vom Süd- zum Nordpol.		
1	— 15	+ 30	1	+ 65	— 90
...			...		
n	— 30	+ 30	n	+ 87	— 83
vom Süd- zum Nordpol.			vom Nord- zum Südpol.		
1	— 47	+ 52	1	— 25	— 60
...			...		
n	— 50	+ 50	n	+ 53	— 52
vom Nord- zum Südpol.			vom Süd- zum Nordpol.		
1	+ 20	+ 28	1	— 95	— 95
...			...		
n	+ 28	+ 30	n	0	— 60
			nach mehrerer Umkehrung geht vom Nord- zum Südpol.		
			1	+ 20	— 55
			...		
			n	+ 55	— 52

Einfluss der Temperatur.

In allen vorhergehenden Versuchen sind immer Stäbe von Eisen und Stahl von großem Durchmesser angewandt, um den möglichen Einfluss einer Erwärmung durch den hindurchfließenden Strom zu beseitigen. Wenn dagegen der Stab hinreichend dünn ist, und der hindurchgehende Strom hinreichend stark, so findet eine merkliche Erwär-

nung statt. Die Erscheinungen sind dann ganz andere, indem nun in Folge der Erwärmung inner eine Verminderung beim Durchgang des Stromes eintritt, und eine Vermehrung beim Unterbrechen. Diefs zeigen die folgenden Versuche:

XX. Eisen-Draht

von 400^{mm} Länge und 2^{mm} Durchmesser.

Der magnetisirende Strom

geschlossen. | geöffnet.

Der den Stab durchfließende Strom von 1 Buns. Element geht

	vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.		vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung	Schließung	Öffnung
1	+ 60	+ 20	+ 45	+ 20	— 300	+ 2	— 260	— 7
2	— 2	+ 14	+ 4	+ 13	— 45	+ 11	— 30	+ 10
n	— 10	+ 10	— 10	— 10	— 20	+ 20	— 15	+ 15

Weicher Eisendraht von 1^{mm} Durchmesser und 400^{mm} Länge. Der den Stab durchfließende

Weicher Eisendraht von 1^{mm} Durchmesser und 400^{mm} Länge. Der den Stab durchfließende Strom von 3 Buns. Elementen geht

1	— 30	+ 42	— 30	+ 43	— 315	+ 5	— 320	+ 5
2	— 62	+ 37	— 65	+ 35	— 30	+ 12	— 43	+ 11
3					— 22	+ 14	— 16	+ 11
n	— 76 — 65	+ 38	— 30	+ 35	— 22	+ 14	— 17	+ 12

Weicher Stahldraht von 350^{mm} Länge und 2^{mm},5 Durchmesser.

1	+ 47	+ 20	+ 95	+ 20	— 230	+ 1	— 230	— 2
2	— 5	+ 12	+ 7	+ 12	— 20	+ 7	— 22	+ 4
3	— 7	+ 13	— 7	+ 7	— 21	+ 12	— 15	+ 8
n	— 11	+ 12	— 7	— 7	— 15	+ 12	— 15	+ 7

8.

Ebenso treten ohne Anwendung des Stromes nur durch Erwärmung und Erkaltung des Stabes ganz analoge Erscheinungen ein.

Die folgenden Versuche wurden angestellt mit einem Eisenrohr, durch welches, nachdem es magnetisirt worden, nach einander warmes und kaltes Wasser geleitet wurde.

XXI. Rohr von weichem Eisen

von 380^{mm} Länge, 14^{mm} äußerem und 9^{mm} innerem Durchmesser. Der magnetisirende Strom

	geschlossen		geöffnet	
Wasser durch das Rohr geleitet von				
	100° Cels.	7° Cels.	100° Cels.	7° Cels.
1.	— 70	+ 60	— 70	+ 30
2.	— 70	+ 65	— 50	+ 20
3.	— 70	+ 65	— 35	+ 20
4.	— 70	+ 70	— 32	+ 20
5.			— 30	+ 25

Aus allen vorhergehenden Versuchen ergibt sich, daß ein durch einen magnetisirenden Stab hindurchgeleiteter Strom ähnliche Wirkungen hervorbringt wie sie in dem ersten Theil dieser Abhandlung vom Ziehen beschrieben worden sind, indem wie dort zwei Perioden eintreten, die erste unabhängig von der Richtung des Stromes und der Natur des Stabes, die zweite verschieden bei Stahl und Eisen und abhängig von der Richtung des Stromes. Sehr zu beachten ist noch, daß der Strom nicht nothwendig den Stab selbst durchfließen muß. Es reicht vielmehr hin, daß derselbe durch einen Draht geht, der sich isolirt innerhalb des magnetisirenden Eisens, also in einer Röhre von Eisen befindet.

Dabei ist es sehr auffallend, daß die Ausschläge des Galvanometers in diesem letzten Falle größer sind, als wenn der Strom durch die Röhre selbst geht. Legt man dagegen, statt einen Draht durch die Röhre zu führen, ein Stück Stanniol isolirt um dieselbe, und leitet durch dieses den Strom, so verschwindet die Wirkung fast ganz. Der Grund dieser Verschiedenheit liegt nicht etwa in der verschiedenen Leitungsfähigkeit des Drahts und des Stanniols, denn wenn man den Draht oder den Stanniolstreifen einmal im Innern der Röhre, das andere Mal außerhalb anwendet, so fehlen im letzten Falle die Aenderungen des Magnetismus, während sie im ersten immer auftreten.

Da die Wirkungen, soweit sie die erste Periode angehen, unabhängig von der Richtung des hindurchgeleiteten Stromes sind, so ist es gleichgültig, in welchem Sinne man den Strom durch einen Messingdraht im Innern einer Röhre schickt. Man könnte daher glauben, daß die Ausschläge in der ersten Periode zunehmen müßten, wenn man im Innern der Röhre zwei Messingdrähte hat, und durch dieselben Ströme in entgegengesetzter Richtung leitet. Es tritt aber alsdann die erste Periode gar nicht ein, und ebenso wenig die zweite. Dieselben Versuche wurden angestellt, statt mit einer Röhre von Eisen, mit einer Glasröhre, die mit Eisenfeile gefüllt war, und in der sich ein Messingdraht befand. Die Resultate waren dieselben wie mit der Eisenröhre, nur waren die Ausschläge viel geringer.

Die sämtlichen bisher angeführten Thatsachen nöthigen zu der Annahme, daß das Oeffnen und Schließen des durch den Stab geleiteten Stromes in der ersten Periode wie eine Erschütterung wirkt, ebenso wie oben das Ziehen und Nachlassen.

Es läßt sich dies auch noch durch einige directe Versuche nachweisen.

1) Eine gut geglühte Nähnadel, die in der Richtung der magnetischen Inclinationsnadel aufgestellt war, wurde stark magnetisch, wenn wiederholt ein elektrischer Strom von zwei oder drei Bunsenschen Elementen durch sie hindurchging. Die Pole der Nadel sind nicht abhängig von der Richtung des Stromes, wohl aber von der Lage derselben in Bezug auf die magnetischen Pole der Erde. Daher wurde sie nicht magnetisch, wenn sie senkrecht gegen die Richtung der magnetischen Inclinationsnadel lag. Um bei diesem Versuch äußere Erschütterungen beim Schließen und Oeffnen der Säule zu vermeiden, waren die Enden der Nadel durch Quecksilbernäpfchen mit derselben verbunden. Außerdem ergibt sich auch noch, daß das erste Hindurchgehen des Stromes wie eine Erschütterung wirkt, daraus, daß wenn man den Stab mechanisch durch Schläge erschüttert, und dann einen Strom hindurchleitet, die erste

Periode gar nicht mehr auftritt, sondern sogleich die zweite.
Zum Beweise dienen die folgenden Versuche.

XXII. Hartes Eisen

von 380^{mm} Länge, 14^{mm} äußeren und 3^{mm} inneren Durchmesser. Der magnetisirende Strom

geschlossen		geöffnet	
geschlagen	nicht geschlagen	geschlagen	nicht geschlagen
Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
— 95	+ 450	+ 140	+ 1400
Dieselben Versuche wiederholt		Dieselben Versuche wiederholt	
— 35	+ 480	+ 45	„
		wieder	„
		+ 60	„
		wieder	„
		+ 50	„

Ebenso fällt, wie oben beim Ziehen angegeben, die erste Periode beim Hindurchleiten eines Stromes fort, wenn der magnetisirende Strom so stark ist, daß der Stab durch denselben sogleich bis zur Sättigung magnetisirt ist.

XXIII. Eisenrohr wie oben.

Der magnetisirende Strom von 8 Daniell'schen Elementen geschlossen. Der den Stab durchfließende Strom geht

vom Nord- zum Südpol.		vom Süd- zum Nordpol.	
Schließung	Oeffnung	Schließung	Oeffnung
— 30	+ 45		
Dieselben Versuche wiederholt			
— 50	+ 30	— 25	+ 30
wied.	wied.	wied.	wied.
— 30	+ 52	— 30	+ 35
wied.	wied.	wied.	wied.
— 55	+ 50	— 20	+ 35
		wied.	wied.
		— 2	+ 25
		wied.	wied.
		— 20	+ 30

Magnetisirte man dagegen den Stab mit drei oder vier Daniell'schen Elementen, so gab das Galvanometer zuerst eine Vermehrung des Magnetismus um 5 bis 600^{mm} Ausschlag an.

Da Wiedemann beim ersten Durchgang des Stromes statt einer Vermehrung des Magnetismus eine Verminderung beobachtet hat, so ist anzunehmen, dafs bei ihm immer der specielle Fall eines sehr starken Stromes stattgefunden hat, wodurch die erste Periode fortgefallen ist. Kehrt man, wenn der magnetisirende Strom stark ist, nach der zweiten Periode denselben um, so kommt nicht die erste Periode von neuem, sondern ebenfalls gleich wieder die zweite. Diefs stimmt auch vollkommen mit den Beobachtungen Wiedemann's, obgleich derselbe den Unterschied der beiden Perioden nicht gekannt hat.

Dasselbe ferner was oben beim Ziehen angegeben, dafs die Ausschläge in der ersten Periode gröfser sind, wenn die magnetisirende Spirale langsam geöffnet wird, als wenn sie schnell geöffnet wird, findet auch beim Durchleiten des Stromes statt.

XXIV. Eisenstab

von 370^{mm} Länge und 8^{mm} Durchmesser. Der magnetisirende Strom von 6 Daniell'schen Elementen

geöffnet	
langsam	plötzlich
Schließung	Oeffnung
— 1100	— 510
wiederholt	wiederholt
— 1400	— 410
wied.	wied.
— 1400	— 520
wied.	wied.
— 1100	— 510

Die bisher erwähnten Erscheinungen nöthigen zu der Annahme, daß der Strom, der der Länge nach durch einen Eisen- oder Stahlstab hindurchgeht, die Molecüle desselben bewegt, und sie in eine, von der Richtung des Stromes abhängige Lage bringt. Möglich und sogar wahrscheinlich, daß diese Wirkung eine magnetisirende, möglich daß sie anderer Art ist.

Daraus daß die Molecüle eine bestimmte Lage annehmen, erklärt sich auch die folgende Erscheinung.

Leitet man durch einen Eisen- oder Stahlstab einen Strom und verbindet, nachdem man denselben unterbrochen, die Enden mit einem empfindlichen Galvanometer, so erhält man, wenn der Stab durch Schlagen erschüttert wird, einen Strom von gleicher Richtung mit dem vorher hindurchgeleiteten. Der angewandte Stab war 1,6 Meter lang und hatte 11^{mm},5 im Durchmesser. Durch ihn war ein Strom von 3 Bunsen'schen Elementen hindurch geleitet. Schlug man den Stab mit einem nicht magnetischen Körper, z. B. einem Stück Kupfer, so erhielt man, je nach der Stärke des Schlages, einen Ausschlag von 100 bis 200^{mm}. Statt den Stab, nachdem ein Strom durch ihn geleitet, zu schlagen, kann man ihn auch durch eine Spirale oder durch einen anderen Magneten magnetisiren. Es entsteht ebenfalls wie beim Schlagen ein Strom in dem Stab.

Dieser Ausschlag konnte nicht von einer directen Einwirkung des Stabes auf das Galvanometer herrühren, denn wurde der Versuch wiederholt, ohne daß die Verbindung mit dem Galvanometer wieder hergestellt war, so erfolgte durch das Schlagen keine Bewegung des Galvanometers. Bei Stahlstäben ist der erzeugte Strom kleiner als bei Eisenstäben. Es war um denselben zu beobachten nöthig, statt des einfachen Spiegelgalvanometers ein solches mit zwei astatischen Nadeln nach der Construction des Hrn. Prof. Magnus anzuwenden.

Die gesammten Resultate der Untersuchung lassen sich aber wie folgt zusammenstellen.

Bei geschlossener Magnetisirungsspirale bringt bei einem Stahl- und Eisenstab das Ziehen und Nachlassen des Zuges eine Vermehrung bis zu einer bestimmten Grösse des magnetischen Moments hervor. Ebenso bringt das Hindurchleiten eines galvanischen Stromes durch einen Stahl- und Eisenstab, sowohl das Oeffnen wie das Schliessen, eine Vermehrung des magnetischen Moments bis zu einer gewissen Grösse hervor.

Ist diese bestimmte Gränze erreicht, so oscillirt bei den weiteren Ziehungen und Hindurchleiten des Stromes der Magnetismus um dieselbe und zwar bringt bei einem Stahl- und Eisenstab die Ziehung eine Verminderung des Magnetismus hervor, wenn der magnetisirte Stab dünn, und stark magnetisirt ist, das Nachlassen der Ziehung eine ebenso grosse Vermehrung. Ist der Stab dick und schwach magnetisirt, so tritt dagegen beim Ziehen eine Vermehrung und beim Nachlassen eine Verminderung ein.

Beim Hindurchleiten eines Stromes tritt jedoch, wenn diese Gränze erreicht ist, ein Unterschied zwischen Stahl und Eisen ein. Beim Eisen findet beim Schliessen des hindurchgeleiteten Stromes eine Vermehrung statt, und beim Oeffnen eine ebenso grosse Verminderung, ganz gleich in welcher Richtung der Strom durch den Stab geht. Stahl verhält sich ebenso, wenn der Strom am Südpol des Magneten eintritt. Tritt er am Nordpol ein, so findet umgekehrt beim Schluss eine Vermehrung, beim Oeffnen eine Verminderung statt.

Bei geöffneter Magnetisirungsspirale bringt bei einem Stahl- und Eisenstab die Ziehung und das Nachlassen derselben eine Verminderung des Magnetismus bis zu einer gewissen Gränze hervor.

Ebenso bewirkt das Hindurchleiten eines Stromes und das Unterbrechen desselben eine Verminderung des Magnetismus bis zu einer gewissen Gränze.

Ist diese Gränze erreicht, so oscillirt beim weiteren Ziehen und Hindurchleiten des Stromes ebenfalls der Magne-

tismus um dieselbe und zwar bringt beim weichem Eisen die Ziehung eine Vermehrung des Magnetismus hervor, das Nachlassen eine ebenso große Verminderung.

Harter Stahl verhält sich umgekehrt.

Zwischen hartem Stahl- und weichem Eisen kann man alle Mittelstufen beobachten.

Beim Eisen bringt das Hindurchleiten eines Stromes ebenso eine Vermehrung des Magnetismus hervor, das Oeffnen desselben eine ebenso große Verminderung, ganz gleich, in welcher Richtung der Strom durch den Stab geht.

Beim Stahl findet dasselbe statt, wenn der positive Strom am Südpol des Stabes eintritt, dagegen das Umgekehrte, wenn der Strom am Nordpol eintritt.

Diese Resultate zeigen, daß das Ziehen wie das Nachlassen, und ebenso das Schließen und Oeffnen eines hindurchgeleiteten Stromes, wie eine mechanische Erschütterung wirken, bis eine gewisse Gränze des Magnetismus erreicht ist. Diese ersten Wirkungen des Zuges und des Stromes schliessen sich mithin andern bekannten Erscheinungen an. Neu dagegen und ohne Analogie sind die Erscheinungen, welche eintreten, nachdem jene Gränze erreicht ist.

Diese Erscheinungen müssen auf anderen die Molecüle richtenden Ursachen beruhen. Daß in der That die Molecüle durch einen durch den Stab gehenden Strom gerichtet werden, geht vorzugsweise daraus hervor, daß beim Schlagen eines Eisenstabes, durch den zuvor ein Strom geleitet worden, ein Strom von gleicher Richtung entsteht.

VI.

Na
Meth
besch
nigs
spec
gese
Oeff
rige
ten
den
war
zu

Fer

ters
oxy

fels

mo

**VI. Beobachtungen über die specifische Wärme
verschiedener, namentlich zusammengesetzter
Körper; von Prof. F. Neumann
in Königsberg in Pr.**

Veröffentlicht durch Dr. Carl Pape in Göttingen.

Nach der in diesen Annalen Bd. 120, S. 337 entwickelten Methode und mit Benutzung des in derselben Abhandlung beschriebenen Apparates hat Hr. Prof. Neumann in Königsberg in Pr. bereits im Jahre 1834 Bestimmungen der spec. Wärme einer größeren Reihe, namentlich zusammengesetzter Körper ausgeführt, die bis jetzt noch nicht der Oeffentlichkeit übergeben sind. Auf den mir Ende des vorigen Jahres ausgesprochenen Wunsch meines hochverehrten Lehrers habe ich es gerne übernommen, das vorhandene Beobachtungsmaterial, soweit es noch nicht geschehen war, zu bearbeiten und die Resultate dieser Untersuchung zu veröffentlichen.

Die untersuchten Körper, im Ganzen 22, sind folgende:

Pyrop,
Arsenik, Selen,
Wasserfreie Borsäure.

Ferner folgende wasserfreien Salze:

Borsaures Natron;
Salpetersaurer Baryt, salpetersaures Bleioxyd; salpetersaures Natron, salpetersaures Kali, salpetersaures Silberoxyd;

Schwefelsaures Natron, schwefelsaures Kali; schwefelsaure Magnesia;

Kohlensaures Kali;

Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorsilber; Chlorammonium, Chlorblei;

Einfach chromsaures Kali; doppelt chromsaures Kali;
Antimonoxyd.

Sämmtliche Körper sind, soweit sie chemische Präpa-

rate sind, chemisch rein von dem ehemaligen Professor der Chemie in Königsberg in Pr. Dulk dargestellt.

Als Mischflüssigkeit ist bei diesen Versuchen zum Theil absoluter Alkohol, größten Theils aber zu diesem Zwecke besonders destillirtes Terpentinöl benutzt. Die spezifische Wärme beider Flüssigkeiten ist durch besondere, zwischen den übrigen Beobachtungen zerstreut angestellte, im Folgenden gleichfalls mitgetheilte Versuche ermittelt. Es sind dazu Quarz, Anhydrit und Pyrop verwendet, deren spezifische Wärme bekannt war. Die benutzte Gewichtseinheit ist der preussische Gran. Die Temperaturen sind in den Einheiten des auch von mir in der oben erwähnten Abhandlung über die spezifische Wärme wasserfreier und wasserhaltiger schwefelsaurer Salze benutzten Thermometers angegeben. Die zwischen den Scalentheilen S dieses Thermometers und den entsprechenden Graden C des hunderttheiligen Thermometers bestehende Relation ist folgende:

$$S = 4,9606 \cdot C + 38,35.$$

Die gesuchte spezifische Wärme ergibt sich aus der a. a. O. abgeleiteten Gleichung

$$s = \frac{V_{\infty} e^{\lambda_1 T} - V_1 \left(1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)}{V - V_{\infty} e^{\lambda_1 T} - V_1 \frac{\lambda_1}{\lambda_2}} s_1.$$

In derselben ist s das Product aus Gewicht und spezifischer Wärme des erhitzten Körpers, s_1 die Summe der entsprechenden Producte der Mischflüssigkeit, des Mischgefäßes und der übrigen Körper, welche mit der Flüssigkeit in Berührung sind und auf die Vertheilung der Wärme Einfluß haben. V ist die Temperatur des erhitzten Körpers, mit der er in die Flüssigkeit geführt wird, V_1 und V_{∞} die Anfangs- und bez. Maximums-Temperatur der Flüssigkeit. Alle drei Temperaturen sind bei der Berechnung von der Temperatur der Umgebung an zu zählen. λ_1 und λ_2 sind die durch den Versuch zu ermittelnden Größen, von denen die wegen der Wärmeausstrahlung während der Beobachtungsdauer anzubringenden Correctionen abhängen.

T ist die Zeit, welche vom Eintauchen des erhitzten Körpers bis zum Eintritt des Temperaturmaximums verfließt.

Bei den vorliegenden Beobachtungen hat sich ebenso wie bei den meinigen das Verhältniß $\lambda_1 : \lambda_2$ so klein ergeben, daß in dem vorstehenden Ausdrucke das davon abhängige Glied vernachlässigt werden darf. Die Berechnung ist hier deshalb gleichfalls mit dem einfachen Ausdrucke

$$s = \frac{V_m - V_1 + V_m \lambda_1 T}{V - V_m - V_m \lambda_1 T} \cdot s_1$$

ausgeführt.

Die Größe λ_1 ist im Allgemeinen nur aus den Abkühlungsbeobachtungen nach der Mischung ermittelt, in einigen Fällen aber aus den Temperaturänderungen der Flüssigkeit vor und nach der Mischung. In den letzteren Fällen ist das Mittel aus den beiderlei Werthen von λ_1 in die Rechnung eingeführt.

Bei diesen Versuchen sind drei verschiedene Mischgefäße aus Kupfer mit verschiedenen Rührsieben aus demselben Metalle zur Anwendung gekommen. Bei der Bestimmung ihres Wasserwerthes ist die durch besondere Versuche früher ermittelte specifische Wärme des Kupfers 0,0949 eingeführt.

In den folgenden Tabellen bedeutet:

- | | | |
|-----------------------------|---|--|
| O | das Gewicht der Mischflüssigkeit, | |
| W | den Wasserwerth der festen Theile des Mischgefäßes, | |
| S | das Gewicht des auf die Temperatur des siedenden Wassers erhitzten Körpers, | |
| U | die Temperatur der Luft | } in den Ein-
heiten des
benutzten
Thermo-
meters, |
| V_1 | die Anfangstemperatur der Flüssigkeit | |
| V | die Temperatur des erhitzten Körpers | |
| V_m | die Maximumtemperatur der Flüssigkeit | |
| λ_1 und λ_2 | die beiden Constanten, von denen die Correctionen abhängen, | |
| T | die Zeit in Minuten vom Eintauchen des erhitzten Körpers bis zum Eintritt des Temperaturmaximums, | |
| c | die berechnete spec. Wärme des untersuchten Körpers. | |

Destilliertes Terpentinöl.

No.	O	W	S	U	V ₁	V ₂	V	λ_1	T	λ_2	c
1) Mit Quarz von der spec. Wärme 0,1883 bestimmt.											
1	3884,9	289,5	670,4	125,8	128,50	153,89	535,65	0,018	0,83	5,8	0,4105
2	"	"	670,3	124,6	104,45	131,72	536,20	0,015	1,00		0,4062
3	"	274,4	650,6	150,5	130,80	155,73	536,90	0,023	1,33		0,4095
4	"	"	643,6	148,7	130,92	155,73	"	0,016	1,00		0,4072
5	"	"	648,8	130,1	120,29	145,66	535,30	0,015	0,83		0,4089
6	"	"	627,7	136,3	123,22	147,76	"	0,011	1,00		0,4078
7	"	"	647,9	77,9	97,56	123,92	535,60	0,015	0,66		0,4097
8	"	"	642,1	99,7	100,82	126,83	531,40	0,017	0,75		0,4085
9	"	"	543,1	102,8	96,91	119,49	"	—	0,75		0,4093

2) Mit Anhydrit von der spec. Wärme 0,1854 bestimmt.

1	"	289,5	632,6	131,4	115,46	140,06	535,65	0,013	0,75		0,4102
2	"	"	678,8	133,2	116,26	142,56	"	0,012	0,75		0,4086
3	"	"	631,0	133,3	127,70	151,41	536,20	0,014	1,00		0,4085
								0,015			0,4087

Absoluter Alkohol.

1) Mit Quarz bestimmt.

1	3557,6	262,9	645,8	124,0	119,99	140,66	536,80	0,012	0,66	10,0	0,5708
2	"	289,5	693,5	130,8	112,34	134,73	535,60	0,008	1,00		0,5685
3	"	"	669,7	132,6	112,38	133,98	536,60	0,012	1,00		0,5766

2) Mit Anhydrit bestimmt.

1	"	"	694,8	139,4	112,46	134,53	536,60	0,016	1,00		0,5767
---	---	---	-------	-------	--------	--------	--------	-------	------	--	--------

2) Mit Anhydrit bestimmt.

1	1	694,8	139,4	112,46	134,53	536,60	0,016	1,00	0,5787
2	2	633,5	144,9	113,37	133,63	"	0,015	1,25	0,5793
							0,013		0,5748

Pyrop.

1	1	767,4	131,0	125,28	137,60	534,40	0,021	0,67	0,1957
2	2	876,4	132,0	126,43	140,36	"	0,019	0,80	0,1955
3	3	757,9	133,8	134,33	146,06	535,60	0,017	0,67	0,1931
4	4	867,3	135,7	127,86	141,61	"	0,022	0,83	0,1948
5	5	753,5	140,0	149,44	160,70	533,80	0,018	0,42	0,1954
6	6	864,0	128,8	144,04	156,99	533,20	0,016	0,30	0,1943
7	7	749,5	132,5	140,00	151,56	"	0,015	0,50	0,1969
8	8	860,6	133,8	141,04	154,04	"	0,015	0,50	0,1938
							0,018		0,1949

6,0

Salpetersaurer Baryt, $\text{Ba N}_2\text{O}_6$.

Krystallisirt.

1	1	753,7	124,6	123,57	142,31	535,6	0,011	0,83	0,1473
2	2	753,5	124,5	107,50	127,60	"	0,030	1,00	0,1516
3	3	755,1	127,2	122,19	141,31	536,3	0,020	1,00	0,1500
4	4	755,1	126,6	105,56	125,98	"	—	1,00	0,1520
5	5	749,7	136,6	125,62	144,31	535,0	0,020	1,16	0,1503
6	6	714,4	135,8	120,83	138,75	"	0,030	1,00	0,1479
7	7	741,4	128,6	114,64	133,63	537,5	0,014	1,00	0,1483
8	8	719,9	133,4	117,39	135,74	"	0,050	1,25	0,1482
9	9	734,8	135,0	103,06	122,71	535,6	0,010	1,00	0,1504

7,05

No.	O	W	S	U	V_1	V_2	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
10	3557,6	289,5	716,3	133,0	127,92	145,41	536,8	0,020	1,16		0,1481
11	"	"	730,0	136,3	112,28	131,12	533,6	0,010	1,00		0,1493
12	"	"	710,7	138,1	126,13	143,61	"	0,020	1,00		0,1471
								0,021			0,1492

Salpetersaures Bleioxyd, $\text{Pb N}_2\text{O}_6$.

Kristallisiert.

1	Alkohol	262,9	1023,2	123,1	115,12	135,64	536,3	0,020	1,00		0,1171
2	"	289,5	1135,3	133,3	118,33	140,41	535,6	0,020	1,00		0,1164
3	"	"	1091,2	104,0	90,96	114,24	537,5	0,008	0,92		0,1179
4	"	"	942,0	113,2	109,16	128,41	"	0,013	0,75		0,1176
5	"	"	1081,2	127,5	102,52	125,18	"	0,006	1,08	5,0	0,1183
6	"	"	1130,4	125,5	128,46	149,76	"	0,018	1,08		0,1159
7	"	"	1067,5	117,6	103,62	125,38	533,6	0,020	1,25		0,1172
8	"	"	1103,3	122,8	100,79	123,72	"	—	1,33		0,1179
								0,015			0,1173

 λ_1 vor der Mischung = 0,016

" nach " = 0,015

Mittel = 0,016.

Salpetersaures Natron, NaNO_3 .

Geschmolzen.

	Alkohol								
1	3557,6	289,5	434,6	131,0	118,70	138,70	536,8	0,020	1,00
2	"	"	428,0	129,0	103,27	124,33	"	—	0,50
3	"	"	437,8	138,0	106,06	127,19	533,6	0,010	1,00
4	"	"	419,3	137,0	131,74	150,26	"	0,016	0,75
								0,015	
									6,35
									0,2715
									0,2775
									0,2760
									0,2714
									0,2747

Salpetersaures Kali, KNO_3 .

Geschmolzen.

	Alkohol								
1	3557,6	262,9	369,9	124,7	121,02	135,99	536,3	0,016	1,00
2	"	289,5	342,1	133,3	106,64	121,35	533,0	0,010	1,00
3	"	"	370,5	136,2	127,24	141,56	"	0,020	1,16
4	"	"	325,7	117,3	97,32	111,47	537,5	0,020	0,75
5	"	"	349,7	120,9	117,14	131,22	"	0,013	1,00
6	"	"	192,4	115,9	98,50	107,02	535,6	0,018	0,75
7	"	"	229,9	122,1	118,34	127,70	"	0,010	1,00
8	"	"	435,1	141,7	118,49	126,39	"	0,007	1,00
9	"	"	407,4	127,2	125,49	141,11	533,6	0,014	1,00
10	"	"	249,4	132,7	122,56	132,47	"	—	1,00
								0,014	
									6,1
									0,2361
									0,2348
									0,2311
									0,2373
									0,2335
									0,2400
									0,2345
									0,2340
									0,2309
									0,2305
									0,2343

Salpetersaures Silberoxyd, AgNO_3 .
Geschmolzen.

No.	O	W	S	U	V_1	V_2	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
1	Terpentinöl	289,5	944,5	137,9	105,90	133,83	535,6	0,010	1,00		0,1377
2	"	"	315,5	134,9	133,88	148,86	"	0,012	1,00	7,0	0,1397
3	"	"	722,0	127,8	124,79	145,76	"	0,010	1,00		0,1399
4	"	"	945,7	152,1	126,13	153,25	536,2	—	1,25		0,1402
5	"	"	842,9	160,1	143,06	166,19	"	0,020	1,16		0,1396
6	"	"	427,9	134,8	128,80	141,46	537,9	0,007	0,75		0,1401
7	"	"	913,9	152,4	146,41	170,98	"	0,016	1,00		0,1393
								0,013			0,1395

λ_1 vor der Mischung = 0,029

" nach " = 0,013

= 0,021.

Schwefelsaures Natron, Na_2SO_4 .

Geschmolzen.

No.	O	W	S	U	V_1	V_2	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
1	Terpentinöl	274,4	593,6	136,7	119,68	147,51	533,7	0,021	1,00		0,2275
2	"	"	592,6	137,6	115,62	143,76	532,8	0,016	1,00		0,2276
3	"	"	591,8	97,4	87,38	116,92	535,0	0,018	0,75		0,2289
								0,018			0,2280

Schwefelsaures Kali, K_2SO_4 .

Schwefelsaures Kali, K_2SO_4 .
Geschmolzen.

1	Terpentinöl	289,5	582,7	147,2	134,16	156,33	538,6	0,013	1,25	0,1876
2	"	"	641,3	126,0	140,96	164,45	"	0,008	1,16	0,1871
3	"	274,4	635,3	159,6	126,63	151,16	536,9	0,010	1,10	0,1856
4	"	"	584,2	158,5	136,02	158,02	"	—	1,10	0,1845
5	"	"	630,7	140,3	120,30	144,76	533,7	—	1,33	0,1852
6	"	"	582,3	139,6	124,76	147,11	"	0,010	1,16	0,1852
7	"	"	408,3	125,1	109,14	125,88	535,0	—	1,00	0,1862
8	"	"	415,2	128,9	122,89	139,15	"	0,014	1,33	0,1865
										4,1
										0,012
										0,1860

λ_1 vor der Mischung = 0,025
 „ nach „ = 0,012
 Mittel = 0,018.

Schwefelsaure Magnesia, $MgSO_4$.

1	Terpentinöl	274,4	198,2	153,2	124,20	133,73	536,4	—	0,75	0,2195
2	"	"	191,6	133,5	121,53	130,47	535,0	—	0,83	0,2136
										0,2165

Kohlensaures Kali K_2CO_3 .

1	Terpentinöl	274,4	561,6	143,9	129,87	153,20	533,7	0,008	1,25	0,2037
2	"	"	563,1	144,0	131,95	155,13	533,2	0,014	1,25	0,2042
3	"	"	559,8	136,0	120,97	145,11	533,8	0,009	1,25	0,2071
4	"	"	560,5	142,8	128,82	152,05	"	0,016	1,00	0,2033
										0,2046

λ_1 vor der Mischung = 0,024
 „ nach „ = 0,012
 Mittel = 0,018.

Chlornatrium, NaCl.

Geschmolzen.

No.	O	W	S	U	V_1	V_m	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
	Terpentinöl										
1	3884,9	274,4	368,8	127,9	116,94	133,53	535,6	0,004	1,00		0,2081
2	"	"	327,0	132,7	126,72	141,11	"	0,014	1,16		0,2093
3	"	"	535,6	132,5	119,48	142,76	536,3	0,015	1,00		0,2067
4	"	"	535,1	140,6	126,58	149,36	533,2	0,013	1,00		0,2073
5	"	"	534,4	132,9	110,85	134,58	533,8	0,010	1,00		0,2066
6	"	"	234,9	131,8	130,81	152,95	532,5	0,015	1,00	5,2	0,2041
7	"	"	530,3	130,9	120,85	143,66	534,4	0,018	1,00		0,2067
								0,013			0,2070

 λ_1 vor der Mischung = 0,029

» nach » = 0,013

Mittel = 0,021

Chlorkalium, KCl.

Geschmolzen.

No.	O	W	S	U	V_1	V_m	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
	Terpentinöl										
1	3884,9	274,4	453,1	135,7	120,75	136,89	535,6	—	1,00		0,1659
2	"	"	473,6	137,6	133,55	149,56	"	0,017	1,00	5,8	0,1652
3	"	"	452,9	137,5	125,49	141,51	536,3	0,005	1,00		0,1667
4	"	"	472,1	143,5	128,51	145,11	"	0,005	1,00		0,1671
5	"	"	452,9	143,7	137,73	152,85	533,2	0,015	1,33		0,1660
6	"	"	470,1	142,8	131,78	148,01	"	0,010	1,33		0,1675

7	"	"	441,1	133,5	129,47	144,56	533,8	0,015	1,00	5,8	0,1656
								0,013	1,00		0,1667

5	452,9	143,7	137,73	152,85	533,2	0,015	1,33	0,1660
6	470,1	142,8	131,78	148,01	533,2	0,010	1,33	0,1675

7	»	441,1	133,5	129,47	144,56	533,8	0,015	1,00	5,8	0,1556
8	»	481,2	134,2	123,21	140,11	»	0,013	1,00		0,1667
							0,011			0,1663

λ_1 vor der Mischung	$= 0,027$
» nach »	$= 0,011$
Mittel	$= 0,019$

Chlorsilber, Ag Cl.

Geschmolzen.

Terpeninöl	274,4	1016,5	132,6	120,61	139,81	534,4	0,009	1,00	0,0893
1	384,9	792,3	134,6	123,63	138,75	534,4	0,007	1,00	0,0897
2	384,9	792,3	134,6	123,63	138,75	534,4	0,007	1,00	0,0897
3	384,9	792,3	134,6	123,63	138,75	534,4	0,007	1,00	0,0897
4	384,9	792,3	134,6	123,63	138,75	534,4	0,007	1,00	0,0897
5	384,9	792,3	134,6	123,63	138,75	534,4	0,007	1,00	0,0897
6	384,9	792,3	134,6	123,63	138,75	534,4	0,007	1,00	0,0897

$$\begin{array}{r} \lambda_1 \text{ vor der Mischung} = 0,030 \\ \text{„ nach „} = 0,010 \\ \hline \text{Mittel} = 0,020. \end{array}$$
Chlorblei, PbCl_2 .

Geschmolzen

1	3884,9	274,4	1154,4	128,3	104,34	125,36	534,4	0,015	1,00	0,0703
2	30	30	1150,4	127,5	122,49	139,50	533,8	0,010	1,00	0,0697
3	30	30	1152,5	136,7	115,74	133,03	532,4	—	1,10	0,0697
4	30	30	846,9	125,4	122,42	134,73	534,4	0,015	0,67	13,0
5	30	30	846,0	26,2	113,23	125,78	30	0,016	0,83	0,0683

No.	O	W	S	U	V ₁	V _∞	V	λ ₁	T	λ ₂	c
6	3884,9	274,4	845,5	99,3	101,28	114,20	534,4	0,012	1,16	4,8	0,0688
7	"	"	844,7	107,6	101,65	114,75	534,8	0,006	1,33		0,0690
8	"	"	844,3	105,5	100,47	113,64	"	—	0,75		0,0691
λ ₁ vor der Mischung = 0,026 " nach " = 0,013 Mittel = 0,019.								0,013		9,0	0,0692

Chlorammonium NH₄Cl.

Terpentinöl											
1	3884,9	274,4	341,1	129,7	128,67	155,43	532,5	0,017	1,00	5,85	0,3910
2	"	"	374,4	145,4	129,43	158,56	"	0,021	1,00		0,3906
3	"	"	379,5	140,7	126,74	151,01	"	0,015	1,16		0,3905
4	"	"	366,3	142,0	122,00	151,26	"	0,015	1,16		0,3913
λ ₁ vor der Mischung = 0,028 " nach " = 0,017 Mittel = 0,022.								0,017			0,3908

Borsaures Natron, NaBO₂.

Geschmolzen.

Terpentinöl											
1	3884,9	269,5	642,4	156,0	141,60	170,83	538,6	0,020	1,33	5,5	0,2349
2	"	"	593,6	157,8	123,82	152,95	"	—	1,00		0,2377
3	"	"	565,0	131,8	129,80	156,48	536,4	0,017	1,00		0,2372

Terpentinöl											
4	3884,9	289,5	618,7	135,4	118,45	148,66	536,4	0,016	1,00		0,2376
	"	"	617,9	142,6	123,63	153,54	536,3	0,010	1,25		0,2361

4	3884,9	289,5	618,7	135,4	118,45	148,66	536,4	0,016	1,00	0,2376
5	"	274,4	617,2	142,6	123,63	153,54	536,3	0,010	1,25	0,2361
6	"	"	617,1	155,3	129,31	158,81	536,9	0,020	1,00	0,2353
									0,017	0,2364

 λ_1 vor der Mischung = 0,025

" nach " = 0,017

Mittel = 0,021.

Borsäure, B_2O_3 .

Geschmolzen.

1	Terpeninöl	3884,9	289,5	493,6	155,9	131,86	155,53	538,6	1,00	0,2344
2	"	"	"	473,9	117,8	106,85	131,07	536,4	1,00	0,2365
3	"	274,4	"	471,6	137,1	125,08	147,93	535,8	1,00	0,2341
4	"	"	"	465,1	127,9	113,87	136,94	536,3	1,00	0,2323
5	"	"	"	465,9	152,8	146,85	168,09	536,9	5,0	0,2333
6	"	"	"	431,2	131,2	113,21	134,84	533,7	1,16	0,2343
									0,016	0,2341

 λ_1 vor der Mischung = 0,025

" nach " = 0,016

Mittel = 0,020

Einfach chromsaures Kali K_2CrO_4 .

Krystallisirt.

1	Terpeninöl	3884,9	289,5	570,5	152,9	134,90	156,48	536,6	0,010	0,1866
2	"	"	"	686,1	150,6	128,60	154,15	"	0,83	0,1823
3	"	"	"	681,1	137,9	107,93	134,78	"	0,013	0,1840

No.	O	W	S	U	V ₁	V ₂	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
4	3884,9	289,5	577,7	139,7	119,74	142,06	536,6	0,007	1,10		0,1839
5	"	"	670,5	134,6	128,64	153,45	536,2	0,010	1,00	7,0	0,1829
5	"	"	578,1	146,3	119,33	141,81	"	0,018	1,16		0,1843
								0,012			0,1840

λ_1 vor der Mischung = 0,029
 " nach " = 0,012
 Mittel = 0,020.

Zweifach chromsaures Kali, $K_2Cr_2O_7$.

Krystallisirt.

	Terpentinöl										
1	3884,9	289,5	541,3	154,0	147,09	165,79	536,6	0,016	0,67	9,8	0,1808
2	"	"	570,4	149,8	124,78	145,16	"	0,020	1,16		0,1874
3	"	"	540,3	152,7	130,71	151,36	536,2	—	1,00		0,1860
4	"	"	570,2	147,9	140,91	161,67	"	0,015	1,00		0,1825
5	"	"	581,9	122,8	104,82	128,50	537,9	0,010	0,75		0,1864
6	"	"	596,4	133,9	120,93	144,11	"	0,013	1,00		0,1863
								0,015			0,1849

Beim Weglassen der ersten Beobachtung 0,1857

λ_1 vor der Mischung = 0,025
 " nach " = 0,015
 Mittel = 0,020.

Antimonoxyd, Sb_2O_3 .

	Terpentinöl	Geschmolzen.						
1	3884,9	274,4	640,4	119,5	107,49	120,90	535,0	0,0938
2	38	30	640,4	122,8	115,79	128,70	30	0,0920
3	38	30	627,6	119,1	114,13	126,89	534,0	0,0926
4	38	30	640,5	122,1	117,11	130,07	30	0,0931
5	38	30	640,5	124,9	117,91	130,72	536,8	0,0915
6	38	30	640,5	127,6	120,64	133,58	30	0,0932
								0,0927

Arsenik, As.

Terpenoidal	503,7	79,2	80,22	90,15	536,0	0,006	0,92	7,3	0,0824
1 3584,9	671,3	80,9	75,91	89,17	"	—	1,00		0,0823
2 33	576,4	77,9	80,94	92,13	536,9	0,013	0,42		0,0820
3 33	625,8	78,0	83,99	96,19	"	0,011	0,67		0,0823
4 33	603,3	120,6	115,65	126,44	534,4	0,008	0,42		0,0818
5 33	576,3	116,6	116,59	126,79	"	0,007	0,58		0,0814
6 33						0,009		10,0	0,0822

Terpentinöl.

Mit Pyrop von der spec. Wärme 0,1949 bestimmt.

1	2492,9	100,14	610,8	143,7	134,83	170,68	535,0	0,023	0,75	0,4365
2	»	»	550,0	144,9	135,01	167,68	»	0,027	0,75	0,4378
3	»	»	343,2	146,1	137,49	158,41	»	0,015	0,60	0,4404
4	»	»	338,6	144,9	138,61	159,21	»	0,025	0,60	0,4407
								0,022		0,4393

Krystallinisches Selen.

In Stücken. Spec. Gewicht bei 21° C. = 4,406.

Specifische Wärme des Terpinöls = 0,4393.

No.	O	W	S	U	V ₁	V _∞	V	λ ₁	T	λ ₂	ε
1	Terpinöln	100,14	438,6	146,1	137,79	149,76	535,0	—	0,60	11,3	0,0847
2	»	»	»	143,7	138,59	150,76	»	0,017	0,67		0,0865
3	»	»	»	136,9	133,15	145,56	»	0,007	0,67		0,0871
4	»	»	»	136,9	132,29	144,73	»	0,017	0,67		0,0872
5	»	»	»	137,5	132,50	144,76	»	0,017	0,60		0,0860
6	»	»	»	138,1	132,76	145,01	535,6	0,017	0,60		0,0857
7	»	»	»	138,7	133,27	145,56	»	0,010	0,60		0,0861
8	»	»	»	143,1	134,38	146,58	»	0,009	0,60		0,0855
								0,013			0,0861

Bei den folgenden fünf Beobachtungen ist die Maximumtemperatur nur sehr wenig von der Temperatur der Umgebung verschieden gewesen und es haben keine Abkühlungsbeobachtungen an- gestellt werden können. Die Beobachtungen sind deshalb ohne die von λ₁ abhängige Correction berechnet. Diese Correction ist bei den vorstehenden Versuchen eine sehr kleine gewesen; bei den folgenden Beobachtungen würde sie bei der geringeren Temperaturerhöhung der Flüssigkeit und weil die Temperatur der Umgebung meistens zwischen der Anfangs- und Endtemperatur liegt, noch ge- ringer gewesen seyn. Man wird also für die folgenden Resultate gleichen Werth mit den vorste- henden annehmen können.

No.	O	W	S	U	V ₁	V _m	V	λ_1	T	λ_2	ϵ
	Terpentinöl										
1	3884,9	161,6	442,6	122,6	118,67	126,89	534,4				0,0852
2	"	"	442,1	125,1	118,47	126,74	"				0,0857
3	"	"	442,5	135,0	122,51	130,82	"				0,0864
4	"	"	440,7	129,5	131,20	139,19	"				0,0857
5	"	"	410,7	132,6	129,63	137,14	"				0,0860
											0,0858
											Mittel aus sämtlichen 13 Beobachtungen = 0,0860.

Zu den Beobachtungen der spec. Wärme des Selenis ist noch Folgendes zu bemerken. Es ist zu diesen Versuchen ein anderes Terpentinöl von bedeutend größerer spec. Wärme benutzt. Die Versuche, durch welche dieselbe bestimmt ist, sind in den Tabellen den mit dem Selen ausgeführten unmittelbar vorangestellt. Die spec. Wärme dieses Terpentinöles stimmt genau überein mit derjenigen des französischen Terpentinöles des Handels, wie es bei den im 120. Bande dieser Annalen mitgetheilten Beobachtungen benutzt ist. Es ist also wahrscheinlich, dafs das hier beim Selen benutzte Terpentinöl derselben Art gewesen ist und dafs der Grund für den geringeren Werth der spec. Wärme des bei den übrigen Versuchen benutzten Oeles darin zu suchen ist, dafs dieses frisch destillirt gewesen ist.

Bei den ersten Versuchen zur Ermittlung der spec. Wärme des gewöhnlichen geschmolzenen Selenis ist der Umstand sehr störend gewesen, dafs dieser Körper noch unter 100° C. erweicht und unter gleichzeitiger heftiger Erwärmung zusammenschmilzt. Das Selen besitzt also die Eigenschaft,

sich noch unter der Siedhitze des Wassers in eine isomere Modification zu verwandeln. Weitere Beobachtungen dieser Erscheinung haben gezeigt, daß diese Modification eine beständige ist. Bei anhaltendem Erwärmen in dem vom Dampfe des siedenden Wassers umströmten Raume sinkt die Temperatur wieder auf 100° C. und das Selen wird wiederum fest. Während es vorher dunkel glasglänzend war und muschligen Bruch besaß, ist es jetzt grau, von metallischem Ansehen und zeigt feinkörnigen Bruch. Wird es erkaltet und dann wiederum auf 100° erwärmt, so bleibt es ungeändert.

Die hier erwähnte Eigenschaft des glasigen Selens ist später auch von Regnault entdeckt und von ihm untersucht. Die Resultate dieser ausführlichen Untersuchung, die eine vollkommene Bestätigung der mitgetheilten That-sachen gegeben hat, sind im Jahre 1856 in den *Annales de chimie et de physique*, III. Série, T. 46. veröffentlicht.

Nachdem diese Eigenschaft des Selens erkannt war, hatte die Bestimmung seiner spec. Wärme, wenigstens in dieser metallähnlichen Modification, weiter keine Schwierigkeit. Das vorher vollständig in diese Modification verwandelte Selen ist in derselben Weise, wie die übrigen untersuchten Körper, in dem Dampfapparate auf die Temperatur des siedenden Wassers erhitzt und mit dieser Temperatur in die Mischflüssigkeit eingeführt. Die mitgetheilten Beobachtungen beziehen sich sämmtlich auf die metall-ähnliche Modification des Selens.

Sämmtliche 13 Beobachtungen stimmen sehr genau unter einander überein. Das Mittel derselben 0,0860 stimmt außerdem sehr nahe mit dem von Regnault zuerst angegebenen Werthe der spec. Wärme des Selens 0,0837 ¹⁾ überein. Späterhin ist von ihm die spec. Wärme der metallähnlichen Modification des Selens in der vorhin erwähnten Abhandlung bedeutend niedriger zu 0,0762 gefunden. Die Uebereinstimmung der Resultate in den beiden erstgenannten Fällen und die bedeutende Abweichung

1) *Ann. de ch. et de ph.* S. II, T. 73, 1840.

von
groß
theil
sie a
bei d
die I
bleib
nau
und
leren
die
6,83
diese
tene
Con
lung
dürft
Inter
I
dene
Abw
And
pete
talle
sche
Gew
men
I
per
Klas
glei
bere
lich
1)
sp
b

von diesem letzteren Werthe ist sehr auffallend. Die grofse Uebereinstimmung der in den Tabellen hier mitgetheilten Beobachtungen und die grofse Sorgfalt, mit der sie angestellt sind, schliesst die Annahme von Irrthümern bei dieser Untersuchung aus. Es mufs weiteren Versuchen die Erklärung dieser bedeutenden Differenz vorbehalten bleiben. Das mit Zugrundelegung des letzten Regnault'schen Werthes berechnete Product aus spec. Wärme und Aeq. Gewicht 6,05 stimmt zwar besser mit dem mittleren Werthe dieses Productes bei einfachen Körpern, als die mit Benutzung des obigen Werthes erhaltene Zahl 6,83, aber diese letztere Zahl liegt noch innerhalb der für dieses Product beobachteten Gränzen, so dafs der erhaltene Werth 0,0860 sehr wohl mit dem Gesetze über die Constanz des Productes verträglich ist. Eine Wiederholung der Versuche über die spec. Wärme des Selens dürfte unter diesen Umständen jedenfalls von besonderem Interesse seyn.

Die ermittelten Werthe der spec. Wärme der verschiedenen hier untersuchten Körper stimmen bis auf geringe Abweichungen überein mit den Zahlen, welche später von Anderen gefunden sind¹⁾. Es bestätigt sich bei den salpetersauren und schwefelsauren Salzen und den Chlormetallen das im Jahre 1823 zuerst aufgestellte Neumann'sche Gesetz von der Constanz des Productes aus Aeq. Gewicht und spec. Wärme für chemisch ähnliche zusammengesetzte Körper.

In der folgenden Tabelle ist für die untersuchten Körper das genannte Product gebildet. Bei den ersten drei Klassen von Salzen ist aus dem Mittel der jedesmal nahezu gleichen Producte die spec. Wärme der einzelnen Salze berechnet und der so erhaltene Werth als der wahrscheinlich richtige angenommen.

1) Vergl. die Zusammenstellung in Kopp's Untersuchungen über die spec. Wärme der starren und tropfbarflüssigen Körper, 3. Supplementband der Annalen der Chemie und Pharmacie. 1865.

Product aus spec. Wärme und Aeq. Gewicht.

	Aeq. Gew.	spec. Wärme	Product	Mittel der Producte	Berechnete spec. Wärme
1. Salpetersaure Salze.					
Ba N ₂ O ₆	261,0	0,1492	38,94	} 38,88	0,1490
Pb N ₂ O ₆	331,0	0,1173	38,82		0,1174
Na NO ₃	85,0	0,2747	23,30	} 23,57	0,2773
K NO ₃	101,1	0,2343	23,69		0,2331
Ag NO ₃	170,0	0,1395	23,72		0,1387
2. Schwefelsaure Salze.					
Na ₂ SO ₄	142,0	0,2280	32,38	} 32,39	0,2281
K ₂ SO ₄	174,2	0,1860	32,40		0,1859
Mg SO ₄	120,0	0,2165	25,98		
3. Chlorverbindungen.					
Na Cl	58,5	0,2070	12,11	} 12,43	0,2127
K Cl	74,6	0,1663	12,41		0,1669
Ag Cl	143,5	0,0894	12,83		0,0867
NH ₄ Cl	53,5	0,3908	20,91	} 20,08	0,3753
Pb Cl ₂	278,0	0,0692	19,24		0,0722
4. Verschiedene zusammengesetzte Körper.					
K ₂ CO ₃	138,2	0,2046	28,28		
Na B O ₂	65,9	0,2364	15,58		
B ₂ O ₃	69,8	0,2341	16,34		
K ₂ Cr O ₄	194,4	0,1840	35,77		
K ₂ Cr ₂ O ₇	294,6	0,1857	54,70		
Sb ₂ O ₃	292,0	0,0927	27,07		
5. Einfache Körper.					
As	75,0	0,0822	6,16		
Se	79,4	0,0860	6,83		

Göttingen, 12. Juni 1865.

XII. Ueber Okenit; von E. E. Schmid.

Die Mineral-Art Okenit wurde 1828 von v. Kobell¹⁾ aufgestellt. Ihr lag zu Grunde ein Vorkommen von Kurlisat am Waygat auf der Disko-Insel bei Grönland, welches als Faser-Zeolith in der academischen Sammlung zu München aufbewahrt wurde. Die Untersuchung und ihre Mittheilung ist ausführlich; sie betrifft mit Ausnahme der Krystallisation alle wesentlichen Merkmale. Die chemische Analyse ergab ein wasserhaltiges Kalkerde-Silicat; das Sauerstoff-Verhältniß zwischen Kalkerde, Kieselsäure und Wasser wurde wie 1:4:2 angenommen, dem die noch gegenwärtig in den Lehrbüchern anerkannte Formel $\text{Ca}_3\text{Si}_4 + \text{H}_2\text{O}$ entspricht.

Im Laufe der Jahre 1834 und 35 veröffentlichte Connel²⁾ die Untersuchung eines vom Grafen Vargas-Bedemar mitgetheilten Minerals von Färöe, dem er seiner Schwer-Zersprengbarkeit wegen den Namen Dysklasit gab. Berzelius bemerkte die Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung des Dysklasits und des Okenits. Auch die übrigen Merkmale des Dysklasits bedingen keinen Unterschied vom Okenit.

Die Untersuchungen Würths³⁾ (1842) und v. Hauer's⁴⁾ (1854) über den Okenit beschränken sich auf einfache Angaben der chemischen Zusammensetzung und bringen nichts wesentlich Neues.

Als ich im Laufe des letzten Jahres eine Anzahl als »Faser-Zeolith« bezeichneter Mineralien durchsah, welche dem mineralogischen Museum zu Jena durch Vermittelung der mineralogischen Gesellschaft als ein Geschenk des Grafen Vargas-Bedemar, eines früheren Vice-Präsidenten

1) Kastner's Archiv, XIV, 333.

2) Berzelius' Jahresbericht, 15. Jahrgang.

3) Diese Annalen LV, 113.

4) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1854. 190.

ten derselben, zugegangen waren, fiel mir ein Stück von Stromöe wegen seiner glänzend weissen Farbe und geringen Durchscheinheit und wegen des Widerstandes auf, den es der Zerreibung entgegensetzte. Die weitere Untersuchung liess die Zugehörigkeit des fraglichen Stücks zum Okenit nicht lange zweifelhaft, stellte aber neben der Nothwendigkeit einer Veränderung der Formel in Bezug auf den Wassergehalt, noch einige andere bisher nicht bemerkte Eigenthümlichkeiten heraus, so dass ich es für angemessen finde, darüber Rechenschaft abzulegen.

Das untersuchte Stück ist ein Bruchtheil von der Auskleidungs-Masse eines Hohlraums, die sich nahe zur völligen Erfüllung verdickt hat. Dieselbe besteht aus äusserst feinen Krystall-Fasern, die nur nach Innen in den noch unerfüllten Hohlraum frei hineinragen, sich aber sonst zu concentrisch-strahligen Aggregaten so fest mit einander vereinigen, dass keine Zwischenräume übrig bleiben. Zur Kenntniss von der Form der einzelnen Krystalle, welche auf Breithaupt's Auctorität hin, als rhombische angenommen werden, vermag ich keinen Beitrag zu geben.

In Uebereinstimmung mit den früheren Angaben fand ich die Dichte zu 2,324, die Härte gleich 5.

Das Mineral ist, wie bereits v. Kobell und Connel bemerkte, sehr zähe und diese Zähigkeit verbindet sich mit einer solchen Adhäsion des feinen Pulvers unter sich und an dem Boden der (achatsen) Reibschale, dass man sie fast als Klebrigkeit bezeichnen kann.

Das Mineral ist ferner sehr hygroskopisch, so dass sein Pulver beim Liegen an der Luft nach Umständen an Gewicht bemerklich ab- und zunimmt. Frisch aus groben Brocken bereitetes Pulver erleidet im luftverdünnten Raume über Schwefelsäure einen Gewichts-Verlust von mehr als 2 Proc.; so getrocknet verliert dasselbe nach längerer Erwärmung bis zu 100° im Mittel zweier, sehr nahe übereinstimmender Versuche $\left(\frac{2,580 + 2,525}{2} \right) = 2,552$ Proc. am Gewichte; endlich das bei 100° getrocknete Pulver vermin-

dert sein Gewicht nach anhaltenden bis zum starken Zusammensintern, fast Zusammenschmelzen gesteigerten Glühen um 12,954 bis 13,975 Proc.; indem ich nur das Maximum und Minimum, wie es sich aus einer Reihe von Versuchen ergab, mittheile. Diese Verschiedenheit des Glühverlustes hat ihren Grund nicht sowohl in einer verschiedenen Ausführung des Glüh-Processes, als vielmehr darin, daß er außer dem Wasser auch aus Kohlensäure besteht, die von einer geringen und von Stelle zu Stelle verschiedenen Beimengung von Kalk herrührt.

Das Mineral zeigt die Schmelzbarekeit des Natroliths; es schmilzt unter starken Aufschäumen, aber ohne Aufblätherung und Krümmung der Fasern zu einem trüben Glase, welches, wenn die geschmolzene Probe mit Kobaltsolution benetzt war, schön blau gefärbt ist. Die Spitze der Oxydations-Flamme zeigt deutlich Kalk- und Natron-Licht.

Von Salzsäure wird das Mineral rasch angegriffen unter zwar sehr schwacher, quantitativ nicht wohl bestimmbarer, aber doch deutlich wahrnehmbarer Gas-Entwicklung. Das Pulver wird leicht zersetzt, löst sich jedoch weder vollständig auf, noch wird es zu einer vollkommenen Gallerte. Nach 40 stündiger Einwirkung bei gewöhnlicher Temperatur hat sich vielmehr aus der klaren Lösung ein schleimiger Bodensatz abgeschieden. Das bis zum Zusammensintern geglühte Pulver entwickelt mit Salzsäure keine Spur von Gas; es ist überhaupt dagegen sehr wenig empfindlich und giebt nach anhaltender Einwirkung und Abdampfung nur 15,1 Proc. löslicher Bestandtheile ab. Dem Wasser theilt das geglühte Pulver schwach alkalische Reaction und einen geringen Kalkerde-Gehalt mit.

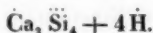
Um unter sich übereinstimmende Resultate zu erhalten, wurde zu den folgenden Versuchen eine gehörige Menge des Minerals gepulvert und gut gemengt. Sie ergaben:

Kieselsäure	57,846	Proc. mit	30,051	Sauerstoff
Kalkerde	26,090	„	„	7,454
Talkerde	1,576	„	„	0,630
Natron	0,231	„	„	0,059
Glüh-Verlust	13,975			
	<u>99,718.</u>			

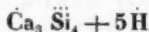
Das Sauerstoff-Verhältniß zwischen Kieselsäure und Basen ist nahe 4 : 1, doch enthalten die letzten einen Ueberschuß von 0,630. Bezieht man nun diesen auf beigemengtes Carbonat, so werden dafür 1,736 Proc. Kohlensäure erfordert, welche, von dem Glüh-Verlust abgezogen, den Wassergehalt zu 12,239 Proc. mit einem Sauerstoffgehalt von 10,880 ergeben. Nach dieser Berechnung, welche von der Wahrheit nicht weit abweichen kann, stellt sich das Verhältniß zwischen dem Sauerstoff der Kieselsäure und des Wassers fast ohne Abrundung auf 3 : 1. Bei 100° getrocknet, begründet sich die Zusammensetzung des Okenit's auf das Verhältniß des Sauerstoffs der Basen, der Kieselsäure und des Wassers:

$$3 : 12 : 4$$

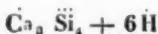
entsprechend der Formel:



Nun verhält sich der Gewichts-Verlust, den das bei gewöhnlicher Temperatur über Schwefelsäure getrocknete Okenit-Pulver erleidet, wenn es bis 100° erwärmt wird, zu dem nachher eintretenden Glüh-Verluste sehr nahe wie 1 : 4; demgemäß muß die Zusammensetzung des Okenits bei gewöhnlicher Temperatur durch die Formel:



ausgedrückt werden. Doch kann man wohl danach fragen, ob nicht auch die mehr als 2 Proc. betragende Menge Wasser, welche das lufttrockne Okenitpulver im luftverdünnten Raume über Schwefelsäure verliert, mit in Rechnung zu ziehen sey. v. Kobell hat dies gethan, indem er die Formel



aufstellte. In dieser Formel liegt jedenfalls kein genauer Ausdruck der Natur. Der Wassergehalt ist vielmehr in drei Theile zu scheiden, je nach der verschiedenen Festigkeit seines Zusammenhangs mit dem Complex der übrigen Bestandtheile. Ein Sechstheil des Wassers, welches sich schon bei gewöhnlicher Temperatur entfernen kann, befindet sich mehr im mechanischen Verhältniß der Absorption, als in dem chemischen der Verbindung; man bezeichnet es am füglichsten als hygroskopisches Wasser. Ein zweites Sechstheil wird erst bei einer höheren Temperatur, ich will nicht bestimmt sagen bei der Siedhitze, ausgetrieben; dasselbe vergleicht sich am besten dem Krystallwasser vieler Präparate. Die übrigen vier Sechstheile bleiben in der Verbindung bis etwa zur Glühhitze und sind als chemisch-gebunden oder hydratisch anzusehen. Doch kann nur wenig an der Einführung der Termini hygroskopisches, Krystallisations- und hydratisches Wasser gelegen seyn, da sich mit ihnen physikalisch-scharfe Begriffe nicht verbinden. Wichtiger ist es, auf die Analogien nicht nur mit vielen Präparaten, sondern auch mit Mineralien und zwar aus der Reihe der Silicate hinzuweisen. Dasselbe Verhalten, welches eben für den Okenit nachgewiesen wurde, ist für den Laumontit schon längst bekannt. Es beschränkt sich aber nicht auf diese zwei Miner-Arten, sondern läßt sich nach meinen Versuchen noch für eine Mehrzahl leicht zersetzbarer, wasserhaltiger Silicate geltend machen.

VIII. *Ueber den Aragonit von Groß-Kammsdorf bei Saalfeld; von E. E. Schmid.*

Obgleich der Aragonit von Groß-Kammsdorf bei Saalfeld in keiner Mineralien-Sammlung von einigem Umfang fehlt, so ist derselbe doch in der Literatur bisher wenig

beachtet werden. Die geologischen Beziehungen seines Vorkommens sind aus einer kurzen Mittheilung Spengler's¹⁾ bekannt. Dasselbe gehört dem Zechstein an, und zwar dem untern der Eisenstein-Flötze, welche im Liegenden des Kronprinzen-Ganges dem Zechstein untergeordnet sind. Seine mineralogischen Beziehungen werden entweder gar nicht, oder doch nur beiläufig erwähnt. Da mir eine beträchtliche Anzahl guter Exemplare zu Gebote stand, so hielt ich es der Mühe nicht für unwerth, sie nach ihrer vollen Mannigfaltigkeit zu untersuchen. Mannigfaltig aber sind sie nicht nur nach Gröfse und Gruppierung der einzelnen Krystalle, sondern auch nach ihrer Reinheit und Vermengung namentlich mit Malachit und Lasur. Fälle der letzten beiden Beimengungen boten sich erst vor einigen Jahren recht schön dar; sie gewinnen dadurch ein recht nettes Aussehen, dafs der Braunkalk und Brauneisenstein, auf dem die Aragonit-Krystalle aufsitzen, zunächst mit einer durchschimmernden Kruste von Malachit und Lasur überzogen ist.

Die Kammsdorfer Aragonite finden sich zwar in Bündeln bis zu Fingersdicke und mehreren Zollen Länge, allein in diesen Bündeln liegen die Einzeln-Krystalle nicht parallel neben einander, sondern strahlig divergirend und haben an den zu Messungen brauchbaren Enden selten einen Querdurchmesser von mehr als einem Millimeter. Ich bediente mich bei ihrer Messung eines mikroskopischen Ocular-Goniometers, welches Ablesungen bis auf 10' gestattete; doch will ich damit nicht die Sicherheit der einzelnen Beobachtungen bezeichnet haben, welche bekanntlich bei allen mikroskopischen Goniometer-Messungen viel mehr von der Richtigkeit der Einstellung, als von der Feinheit der Theilung abhängt. Um auf einer Unterlage von Wachs durch blofsen Fingerdruck eine zu messende Kante der Axe des Mikroskops parallel zu stellen, dazu gehört nicht blofs Geduld, sondern auch Glück.

1) Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. Jahr 1854. Bd. VI, S. 405 ff. mit Taf. VIII.

Die Einzel-Krystalle des Kammsdorfer Aragonits sind solche nicht einmal im strengen Sinn, da sie deutlich nicht nur Zwillings-Streifung, sondern auch Furchung zeigen. Zunächst erkennt man an allen Krystallen (Fig. 11 bis 14 Taf. III) trotz ihrer Schmalheit die Flächen $\check{P}\infty - k$ und $k' -$; ich erhalte für die Kante k/k' $108^\circ 30'$, nahe genug übereinstimmend mit dem als genau angenommenen Maasse von $108^\circ 26'$. Daran schliessen sich die Flächen eines weit schärferen Brachydomes $-l$ und $l' -$ mit einem Kantwinkel von $17^\circ 20'$, entsprechend $9\check{P}\infty$, welches nach genauer Rechnung $17^\circ 22'$ verlangt. Von diesem Brachydome ist jedoch häufig nur eine Fläche entwickelt (s. Fig. 13). Dazu kommen ferner zwei in der Richtung der Hauptaxe scharf zugespitzte Pyramiden mit ebenfalls sehr ungleichförmig entwickelten Flächen. Wenn eine derselben, wie m Fig. 11, beide Flächen von $\check{P}\infty$ schneidet, so scheinen die Durchschnitte auf beiden Flächen mit der Zwillings-Streifung parallel zu laufen, d. h. mit ∞P und beiden $\check{P}\infty$ zu einer Zone zu gehören. Das aber ist mathematisch unmöglich; eine Pyramiden-Fläche kann nämlich nur mit einer Fläche $\check{P}\infty$ und ∞P in einer Zone liegen und steht dann unter dem Ausdruck $x\check{P}\frac{x}{x-1}$. Indem die vorliegenden Flächen mit je einer Fläche von ∞P und beiden Flächen $\check{P}\infty$ gleich nahe zu einer Zone gehören, oder vielmehr gleich wenig aus dieser Zonenlage abweichen, müssen dieselben als xP mit sehr hohem Werthe von x gedeutet werden. Zur Bestimmung von x liessen sich nur die horizontalen Kanten anwenden, unter welchen sich zwei zusammengehörige Pyramiden-Flächen schneiden. Ich erhielt dafür folgende zwei Werthe, nämlich für m' d. h. m'/m' (Fig. 12) 14° und für n d. h. n/n'' (Fig. 13) $9^\circ 20'$; sie entsprechen den Pyramiden $6P$ und $9P$; für die erste nämlich ist die in Frage stehende Kante berechnet aus $\check{P}\infty/\check{P}\infty = 108^\circ 26'$ und $\infty P/\infty P = 116^\circ 10'$ mittels der Formel:

$$\operatorname{tg} \frac{mP/mP}{2} = \frac{bc}{ma(b^2+c^2)},$$

worin a die Hauptaxe, b und c die Nebenaxen vorstellen, $13^\circ 56'$, für die zweite $9^\circ 20'$. Die beiden Gestalten $6P$ und $9P$ sind bisher am Aragonit noch nicht beobachtet worden. Sie sind es, die den Namen »Nadelspath« für das Aragonit-Vorkommen von Kammsdorf veranlaßt haben.

Zwillings-Bildung ist am Kammsdorfer Nadelspath ebenso gewöhnlich, wie am Biliner Aragonit, und stimmt damit auch in der Beziehung überein, daß nicht nur der Reihe nach die geraden und ungeraden Krystall-Individuen unter einander parallel sind, sondern auch daß der Masse nach die einen oder die andern vorwalten und dem Ganzen die Form eines einfachen Krystalls geben (Fig. 11, 12 und 13). Ähnliches hat bereits Senarmont¹⁾ für den nadelförmigen Aragonit überhaupt angegeben. Doch finden sich auch anstatt der Streifen tiefere Furchen und einspringende Kanten (Fig. 14).

Die Dichte vollkommen farbloser Stücke) fand ich zu 2,932. Dieß bestätigt Beudant's²⁾ Bestimmungen, wonach kleine Krystalle 2,947 haben, parallelfaserige Aggregate 2,929; denn die vorliegende Varietät ist als parallelgrob-faserig zu bezeichnen.

Der Kammsdorfer Aragonit hat die Härte 4, ist farblos bis weingelb, glas- bis fettglänzend.

Beim Erhitzen schwillt er in der für den Aragonit eigenthümlichen Weise auf, wird trübe und zerfällt in ein mäßsig feines Pulver, dessen einzelne Körnchen zwar scharfkantig sind, aber selbst bei starker Vergrößerung weder rhomboëdrische, noch überhaupt krystallinische Begrenzung erkennen lassen.

Klare und zugleich farblose Stücke enthalten neben kohlensaurer Kalkerde, eine kaum bestimmbare, — sie beträgt jedenfalls weniger als 0,006 Proc. —, ja kaum sicher nachweisbare Spur von kohlensaurer Talkerde; sie sind

1) *Ann. de chim. et de phys. sér. III, tom. XLI, p. 61.*

2) Diese Ann. Bd. 14, S. 476.

ganz frei von Strontianerde und Baryterde. Wenn man auch nach den üblichen Methoden der analytischen Chemie bei Verarbeitung größerer Proben Niederschläge und Reste erhält, welche für Strontian- und Baryterde-Salze in Anspruch genommen werden könnten, so erweisen sich dieselben bei genauer, namentlich spectral-analytischer Prüfung doch nur als Kalkerde-Salze.

Klare, aber weingelbe Stücke enthalten etwas Eisenoxydul mit nicht mehr Talkerde, als die farblosen; sie sind ebenfalls völlig frei von Strontianerde und Baryterde.

Der Kammsdorfer Aragonit oder Nadelspath gehört somit zu der Minderzahl der Vorkommnisse, in welchen sich der Dimorphismus der kohlensauren Kalkerde ganz einfach darbietet.

IX. Ueber *Psilomelan*; von E. E. Schmid.

Ogleich der *Psilomelan* und namentlich der thüringische schon mehrfach und gut untersucht worden ist, so kann seine Zusammensetzung doch noch immer nicht als festgestellt angesehen werden. Indem ich durch die Freiheit der Verfügung über eine Mannichfaltigkeit thüringischer und ungarischer *Psilomelane* zu neuen Untersuchungen veranlaßt wurde, bin ich zu Resultaten gelangt, durch welche — ich muß dies im Voraus gestehen — die Kenntniß ihrer Zusammensetzung zwar vervollständigt, aber viel mehr complicirt, als vereinfacht wird.

Ich habe drei Vorkommnisse von *Psilomelan*, die mir die größten Verschiedenheiten in ihrem Habitus darboten, untersucht, nämlich zwei thüringische, das eine von Oehrenstock, das andere von Elgersburg, und ein ungarisches von Nadabula bei Betler in der Gömörer Gespanschaft.

Das Oehrenstocker Vorkommen ist nierenförmig mit engen, tief nach Innen ziehenden Falten zwischen den ein-

zelenen Wülsten. Die Oberfläche der Wülste ist rau und matt, stellenweise und namentlich in der Tiefe der Falten mit einer rothen Masse dünn überzogen, welche wohl nichts anderes ist als Staub und Schlamm des Porphyrs, dem die thüringischen Psilomelane gangartig eingelagert sind. Bruchflächen sind wenig glänzend bis matt; sie zeigen parallel der Oberfläche concentrisch-schalige und strahlige Structur. Die Farbe ist schwarz.

Das Elgersburger Vorkommen ist kleintraubig. Die traubige Oberfläche ist glatt und glänzend, schwarz. Bruchflächen sind flachmuschlig, matt, bläulich-schwarz. Cavernen sind häufig. Porphyrmasse überzieht nicht nur die Innenseite der Cavernen, sondern zieht sich auch längs der Falten zwischen den einzelnen Trauben nach Innen.

Das Vorkommen von Nadabula ist stalaktitisch, an der Oberfläche glatt bis rau, fettglänzend bis matt, auf Bruchflächen flach muschlig bis splitterig, wenig glänzend, überall bläulich-schwarz. Einzelne stalaktitische Zapfen zeigen auf dem Querbruche Kerne von radial-faserigen Brauneisenstein.

Die Härte aller drei Psilomelane ist nahe 5, jedoch die des Elgersburger entschieden höher, die des Oehrenstocker entschieden niedriger, als diejenige des Nadabulaer.

Die Dichte des Psilomelans von Nadabula ist 4,332, von Elgersburg 4,307, von Oehrenstock 4,134.

Im Glaskolben erhitzt gaben alle drei Psilomelane — wie überhaupt alle von mir geprüften — reichlich Wasser aus. Beim Erhitzen über einer kräftig wirkenden Glühlampe bleibt die Farbe derselben länger als eine Stunde unverändert, dann zieht sie sich ins Braune; nach etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden haben Brocken von Erbsen- bis Linsengröße eine violett-braune Farbe angenommen, feines Pulver an der Oberfläche eine röthlich-braune, in der Tiefe hingegen und namentlich in Berührung mit dem Glüh-Gefäße ist es gelblich, graulich und grünlich geworden, auch wenn man während des Glühens umgerührt hat. Der Gewichtsverlust der Brocken ist geringer, aber zugleich beständiger als der

des Pulvers. Bei weiterem Glühen blättern sich die Brocken ein wenig auf, das feine Pulver sintert etwas zusammen; dabei brechen einzelne Bläschen hervor und platzen, während sich die Gasflamme am Rande des Glühgefäßes und über demselben färbt und zwar beim Oehrenstocker und noch deutlicher beim Nadabulaer Vorkommen violett. Bereits während der Verflüchtigung des Wassers beginnt Sauerstoff sich zu entwickeln und diese Entwicklung dauert fort, bis zur Färbung der Flamme d. i. bis zur Verflüchtigung der Alkalien. Ehe die Farbe braun geworden ist, hat sich mehr als die Hälfte des überhaupt beim Glühen freier werdenden Sauerstoffs entwickelt. Schon nach kurzem Glühen und noch bei ganz schwarzer Färbung giebt der Glüh-Rückstand an Wasser-Alkalien und alkalische Erden so reichlich ab, daß dasselbe stark alkalisch reagirt. In der Spitzflamme des Löthrohrs decrepetiren alle drei Psilomelane und färben die Flamme und zwar der von Elgersburg zuerst gelb, dann gelbroth, zuletzt schön grün, der von Oehrenstock zuerst gelb, dann gelbroth, zuletzt blaugrün, der von Nadabula zuerst gelb, dann gelbroth, zuletzt violett. Sie schmelzen scheinbar so schwer, wie Bronzit, und zwar die von Oehrenstock und Nadabula schwerer als der von Elgersburg, d. h. sie überziehen sich unter schwachem Aufblähen und Blasenwerfen mit einer firnisartigen schwarzen Kruste.

Unter Wasserstoffgas geglüht, verändern alle die Psilomelane rasch ihre Farbe, sie werden zuerst braun, dann schmutzig gelb, zuletzt graugrün. Der dabei stattfindende Gewichtsverlust ist sehr beständig.

Von Salzsäure werden alle drei Psilomelane schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Chlor-Entwicklung angegriffen und bei Erwärmung rasch gelöst; diejenigen von Elgersburg und Oehrenstock hinterlassen dabei einen geringfügigen Rückstand von feinflockiger Kieselsäure, der von Nadabula löst sich vollständig.

Zu der folgenden Zusammenstellung der analytischen Resultate habe ich nur Weniges vorzumerken. Das Was-

ser ist direct bestimmt durch Glühen unter einem trocknen Luftstrom und Absorption des verflüchtigten Wassers in einem Chlorcalcium-Rohr. Der angegebene Sauerstoff ist gleichgesetzt dem Gesamt-Glüh-Verlust nach Abzug des Wassers; zur Bestimmung des Glüh-Verlustes wurden Bröckchen verwendet und das Glühen abgebrochen, sobald sich die Gasflamme am Rande des Tiegels durch verflüchtigte Alkalien bemerklich färbte. Der geringe Baryterde-Gehalt im Psilomelan von Nadabula konnte nicht mittels directer Fällung durch Schwefelsäure erhalten werden; vielmehr entstand auf Zusatz von Schwefelsäure zu dieser Lösung nicht die leiseste Trübung; nachdem aber Schwefelwasserstoff durch die Lösung geleitet worden war, setzte sich nach längerer Ruhe zugleich mit dem Schwefelkupfer ein krystallinischer Gries ab, der unter dem Mikroskop die Formen des Schwefelspathes zeigte und aus schwefelsaurer Baryterde bestand. Die Anwesenheit des Natrons ist durch die charakteristische Form seines Niederschlags mit antimon-saurem Kali bewährt worden. Dafs zur Untersuchung Bröckchen ausgewählt wurden, die keine Spur von anhängender Porphyr-Masse erkennen liefsen und dafs dieselben vor der Abwägung bei 100° getrocknet waren, bedarf kaum der Erwähnung.

Empirische Zusammensetzung des Psilomelans von

	Elgersburg	Oehrenstock	Nadabula
Manganoxydoxydul	68,27 Proc.	70,54 Proc.	82,46 Proc.
Eisenoxyd	0,10	0,17	0,30
Thonerde	0,31	0,21	0,08
Kobaltoxydoxydul			0,29
Kupferoxyd		0,25	0,02
Bleioxyd	0,11		
Baryterde	17,27	10,92	0,005
Kalkerde	0,16	1,26	0,20
Talkerde	0,02	0,13	0,03
Kali		0,21	3,05
Natron	0,08	0,25	0,22
Wasser	4,84	5,86	3,21
Sauerstoff	8,15	10,09	9,87
Kieselsäure	0,51	0,32	
Summe	99,82	100,21	99,74

Vergleicht man die vorstehenden Angaben über die Zusammensetzung des Psilomelans mit andern bereits vorhandenen, wie sie in Rammelsberg's Handbuch der Mineralchemie S. 180 — 184 und 1006 — 1007 zusammengestellt sind, so ist es wahrscheinlicher, dafs Thonerde, Eisenoxyd und Bleioxyd, sowie Natron und Kieselsäure, früher übersehen, als dafs sie nicht gefunden wurden; Kobalt hat bereits Rammelsberg in einem traubigen Psilomelan von Heidelberg gefunden; nach Vanadin hingegen, welches Scheffler in einem Psilomelan aus der Umgegend von Ilmenau bemerkt hat bis zu einem Gehalte von 0,6 Proc. habe ich vergeblich gesucht. Der Baryterde-Gehalt des vorliegenden Psilomelans von Elgersburg ist höher als bei allen übrigen bisher untersuchten Psilomelanen; denn als höchsten Betrag eines thüringischen fand Rammelsberg 13,12 Proc., als höchsten Betrag überhaupt Turner in dem von Romanèche 16,69 Proc.

Um von den empirischen Angaben, wie sie vorstehend aufgeführt sind, zu rationellen zu gelangen, bietet keine Hypothese eine einfachere und naturgemäfsere Grundlage der Berechnung, als diejenige, wonach der Sauerstoff mit dem Manganoxoxydul zu vereinigen und auf Hyperoxyd und Oxydul zu vertheilen ist. Für den Psilomelan von Oehrenstock führt diese Berechnung zu einem unzweifelhaften Resultate. Da nämlich 70,54 Manganoxoxydul 9,99 Sauerstoff zur Bildung von Manganhyperoxyd verlangen, der durch Glühen entwickelte Sauerstoff aber 10,09, d. i. nur 0,10 mehr beträgt, so kann nur Manganhyperoxyd im Psilomelan von Oehrenstock vorkommen, wie in zweien von Ilmenau, die Scheffler und Rammelsberg, in einem von Elgersburg, den Herter, und in einem von Heidelberg, welchen ebenfalls Rammelsberg untersuchte. Für die Psilomelane von Elgersburg und Nadabula reicht der durch die Glühhitze freigewordene Sauerstoff nicht hin um alles neben ihm vorkommende Manganoxoxydul in Manganhyperoxyd überzuführen; man erhält vielmehr neben Manganhyperoxyd auch noch Manganoxoxydul und es ist die:

Rationelle Zusammensetzung des Psilomelans von

	Elgersburg	Oehrenstock	Nadabula
Manganhyperoxyd	69,77 Proc.	80,52 Proc.	84,45 Proc.
Manganoxydul	6,65		7,89

[Folgen die übrigen Zahlen mit Ausschluss des Sauerstoffs wie oben.]

Die Richtigkeit dieser Zahlen lässt sich durch den Gewichts-Verlust controliren, den die Psilomelane beim Glühen unter einem Strome von trockenem Wasserstoffgas erleiden. derselbe beträgt für

Elgersburg	Oehrenstock	Nadabula
18,712 Proc.	20,984 Proc.	19,717 Proc.

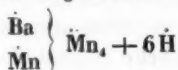
Zieht man davon das Wasser und den Sauerstoff der Oxyde des Kobalts, Kupfers, Bleies und Eisens ab, so erhält man als Ueberschuss des Sauerstoffs über die zur Bildung von Manganoxydul erforderliche Menge

13,814 Proc.	14,999 Proc.	16,338 Proc.
--------------	--------------	--------------

Derselbe entspricht nahe genug der Hälfte des in den oben angegebenen Mengen von Manganhyperoxyd enthaltenen Sauerstoffs, welcher beträgt:

12,980 Proc.	14,980 Proc.	15,711 Proc.
--------------	--------------	--------------

Fasst man für den Psilomelan von Elgersburg nur Manganhyperoxyd, Manganoxydul, Baryterde und Wasser als wesentliche Bestandtheile ins Auge, so wird seine Zusammensetzung sehr genau ausgedrückt durch die Formel:



denn 69,77 Proc. Manganhyperoxyd enthalten 25,96 Proc. Sauerstoff.

6,65 „ Manganoxydul „ 1,52 „ „

17,27 „ Baryterde „ 1,80 „ „

4,84 „ Wasser „ 4,30 „ „

und es ist:

$$8(1,52 + 1,80) = 26,55$$

$$6 \times 4,30 = 25,80$$

Die Zusammensetzung der Psilomelane von Oehrenstock und Nadabula führt auf Formeln, die weder für sich einfach sind, noch unter der Voraussetzung, dass ein Theil

des Manganhyperoxyds mechanisch beigemengt sey, auf die vorige zurückführbar sind, wenn nicht zugleich ein Theil des Wassers oder irgend welches Hydrat als mechanisch beigemengt angesehen wird.

Bemerkenswerth ist, dafs trotz der weiten Schwankungen der Zusammensetzung nach Qualität und Quantität der Bestandtheile, die Dichte und Härte der Psilomelane nahe dieselben bleiben.

Ich bemerke noch schliesslich, dafs der im Psilomelan von Nadabula eingeschlossene Brauneisenstein Göthit ist, indem er mit einer Härte von 5,5 einen Wassergehalt von 10,6 Proc. verbindet.

X. *Ueber eine neue Elektrisirmaschine; von W. Holtz in Berlin.*

Versuche mit dem Elektrophor führten mich zuerst auf den Gedanken, die Theorie dieses Apparats in anderer Weise zu verwerthen. Da dieselbe nämlich ein sehr rationelles Princip der Elektricitätsentwicklung enthält, stellte ich mir die Aufgabe, dasselbe Princip auf die Construction von Elektrisirmaschinen zu übertragen, und es hat sich ergeben, dafs solche Maschinen nicht nur möglich sind, sondern, dafs sie auch, bei verhältnissmäfsig geringem Kraftaufwande, die gewöhnlichen Elektrisirmaschinen in ihren quantitativen Leistungen um Vieles übertreffen. Es ist nun der Zweck der vorliegenden Arbeit, einen besonders einfachen Apparat dieser Art in seiner Construction und seinen Wirkungen genauer zu beschreiben ¹⁾).

- 1) Hr. Prof. Poggendorff hatte die Güte über einen ähnlichen aber in mancher Beziehung noch unvollkommenen Apparat bereits in den Monatsberichten der Akademie vom April dieses Jahres einen kurzen Bericht zu erstatten. Eine grössere Abhandlung über dasselbe Thema ist bekanntlich von Hrn. Prof. Dr. Töppler aus Riga, welcher gleichzeitig

Eine Stahlwelle von 9" Länge (Fig. 1 Taf. I) sey an ihren Endpunkten in horizontaler Lage unterstützt und mittelst einer Schnur und einer größern Holzscheibe, welche durch eine Kurbel gedreht wird, in schnelle Rotation zu setzen¹⁾. In der Mitte dieser Welle sitzt auf einem Ueberzug aus Kammmasse, und durch eine Fassung aus derselben Masse genau senkrecht zu jener befestigt, eine runde Glasscheibe von 15" Durchmesser. Die Fassung besteht am geeignetsten aus zwei kleineren aber dicken Scheiben, von denen die eine auf der Welle befestigt, die andere auf derselben verschraubbar ist. Die Glasscheibe aber muß genau centrirt und aus sehr dünnem und geradem Spiegelglase gewählt seyn.

Eine andere ebenfalls runde, aber um 2" größere Scheibe, welche aus recht geradem Fensterglase bestehen kann, ist in der Mitte mit einer solchen Oeffnung versehen, dafs es möglich ist, sie der ersteren parallel und in etwa $\frac{1}{3}$ " Entfernung zu befestigen. Das letztere wird durch vier horizontallaufende Stäbe aus Kammmasse, welche den äußern Glasrand in ziemlich gleichen Intervallen berühren und durch kleine auf denselben verschiebbare Ringe bewirkt. Diese Scheibe ist noch mit zwei eigenthümlichen Ausschnitten und Papierbelegungen versehen, von denen die einen wie die andern genau um eine halbe Umdrehung von einander entfernt sind, und zwar so, dafs jedesmal ein Ausschnitt unmittelbar einer Belegung vorangeht. Die Form der Ausschnitte ist am besten aus der Zeichnung ersichtlich; ihre größte Breite und Tiefe beträgt 4". Von derselben Länge, ohne indessen den Rand der rotirenden Scheibe zu überschreiten, sind die Belegungen, welche sich auf beide Seiten der Glasscheibe erstrecken. Die Breite des äußern Theils beträgt 2", die des innern etwa nur die Hälfte. Von dem

ohne von meinen Versuchen Kenntniß zu haben, an demselben Gegenstande gearbeitet, vor Kurzem in diesen Annalen (Bd. 125. S. 469) erschienen.

1) Sehr bequem ist eine Vorrichtung zum Treten, um beide Hände für das Experimentiren disponibel zu haben.

letztern ausgehend ragen zwei zugespitzte Stückchen Kartonpapier bis ungefähr in die Mitte der Ausschnitte hinein.

Vor der rotirenden Scheibe, parallel der Welle, und ebenfalls um eine halbe Umdrehung von einander entfernt, sind zwei Metallstangen, *e* und *f*, welche ich Conductoren nennen will, isolirt befestigt. An ihrem freien Ende sind dieselben mit Klemmschrauben zur Befestigung von Drähten, an dem andern, mit dem sie sich der Glasfläche nähern, mit radial laufenden Querstäbchen, und die letztern wieder mit einer größern Anzahl feiner und $\frac{1}{2}$ " langer Spitzen versehen, welche dem Glase möglichst nahe stehen, ohne dasselbe zu berühren. Diese Spitzenreihen befinden sich den Belegungen, aber nur ihrem äußeren Theile, gegenüber.

Um den Scheiben eine größere Isolationsfähigkeit zu geben, ist es am sichersten, sie mit einer Auflösung von Schellack zu überziehen. Durch die Thätigkeit des Apparats selbst aber wird besonders die rotirende wieder leitend. Dieselbe bedeckt sich nämlich nach und nach mit einem äußerst feinen Staube, welcher aus Kohlenstoff zu seyn scheint. Nach drei bis vier Stunden unausgesetzter Thätigkeit nimmt daher die Wirkung der Maschine merklich ab, und man muß dann, wenn eine fernere Abnahme störend ist, die Scheibe herausnehmen, um mittelst eines angefeuchteten Lappens den Staub zu entfernen. Von Zeit zu Zeit dürfte auch ein neuer Ueberzug von Schellack zu empfehlen seyn, um die Wirkung stets auf derselben Höhe zu erhalten.

Das Princip, auf welches der Apparat beruht, setzt eine gewisse elektrische Erregung voraus, und da dieselbe durch die Rotation der Scheibe allein nicht bewirkt wird, so muß sie durch einen vorher elektrisirten Körper gegeben werden. Sehr geeignet ist hierzu ein dünnes Kammasseplättchen von 4" Breite und etwa der doppelten Länge, besonders wenn man die zuweilen sehr stark leitende Oberfläche durch Abschaben mit einem Messer entfernt hat. Ein solches wird schon leicht elektrisch, wenn man es auf einen

Tisch legt und die obere Seite mit Pelzwerk reibt, noch leichter aber, wenn man dieß Verfahren abwechselnd mit beiden Seiten wiederholt. Die elektrisirte Fläche aber nähert man einer der Belegungen, während die Scheibe wie der Zeiger einer Uhr rotirt und die Conductoren mit einander oder mit der Erde in leitender Verbindung stehen. Sofort nehmen dann beide Belegungen entgegengesetzt elektrische Ladungen an, deren Dichtigkeit nun schnell unter einem knisternden Geräusche wächst, bis schon nach wenigen Secunden ein bestimmter und vorläufig constanter Maximalwerth erreicht ist. Innerhalb derselben Zeit wird sich im Schließungsbogen ein continuirlicher elektrischer Strom etabliren, mit dem man nun, so lange man denselben nicht vollständig unterbricht, in beliebiger Weise experimentiren kann.

Sehr bequem ist hierzu eine Entladungsvorrichtung, welche aus drei isolirten Messingständern besteht. Setzt man die beiden äußern, *a* und *c* (Fig. 2 Taf. I), mit den Conductoren oder den einen gleichzeitig mit der Erde in Verbindung, so kann man zwischen *a* und *b* mittelst der verschiebbaren Drähte *m* und *n* die Schlagweite variiren, zwischen *b* und *c* aber, anstatt des Drahtes *l*, denjenigen Körper, welchen man den Wirkungen des Stroms aussetzen will, einschalten.

Der Strom verliert seine Continuität, sobald sich die Drähte *m* und *n* nicht mehr vollständig berühren. Denn der gleichzeitig mit der Lichterscheinung auftretende Ton beweist, daß jene durch eine größere Menge einzelner Entladungen gebildet ist. Will man diese Entladungen auf Kosten ihrer Anzahl verstärken, so muß man die Schlagweite, die Elektroden oder die Oberfläche der Conductoren vergrößern und das letztere geschieht am bequemsten durch größere oder kleinere Leydener Flaschen, deren Belegungen man zu diesem Zweck mit *a* und *c* verbindet.

Durch Vergrößerung der Schlagweite wird im Allgemeinen die Leistungsfähigkeit der Maschine nicht verringert. Dieß zeigt sich am besten beim Laden einer Flasche, indem die Zeit mit der Höhe der Ladung in gleichem Ver-

hältnisse steht. Von einem gewissen Punkte an kann indessen die Schlagweite nicht mehr vergrößert werden. Geschieht es, so beginnt der Funkenstrom allmählich, und zwar am schnellsten, wenn beide Conductoren isolirt sind, zu verschwinden. Man muß dann schnell auf kurze Zeit wieder eine vollständige Verbindung herstellen, wenn sich die E. von den Belegungen nicht gänzlich verlieren soll. Geschieht es, wenn sich eine Flasche im Schließungsbogen befindet, so kehrt sich von einem bestimmten Punkte der Dichtigkeit an die Richtung des Stromes um; die Flasche wird durch den Apparat selbst entladen, um wieder im entgegengesetzten Sinne geladen zu werden, und dies setzt sich fort, bis man die Schlagweite verkleinert. Die Schlagweite aber, welche noch erreicht werden kann, ist in jedem Falle etwas größer, wenn beide Conductoren isolirt sind.

Ein zwischen *b* und *c* eingeschalteter Körper darf eine gewisse Gränze des Widerstandes nicht überschreiten; er darf z. B. kein Halbleiter seyn, wenn die Maschine überhaupt noch wirken soll. Andererseits dürfen die Ableitungen der Conductoren, wenn sie ihren Zweck erreichen sollen, nicht bloß mit Halbleitern in Verbindung stehen, da sich diese der Intensität des Stroms gegenüber mehr oder weniger wie Isolatoren verhalten.

Soll die Maschine auf kurze Zeit außer Thätigkeit gesetzt werden, so schließt man den Strom und läßt nun erst die Scheibe ruhen. Die Glasflächen bleiben dann gewöhnlich noch eine halbe Stunde hinreichend elektrisch, um die Thätigkeit durch Rotation allein wieder herstellen zu können. Bei trockner Luft kann man den Apparat stundenlang stehen lassen, ohne daß sich die E. vollständig vom Glase entfernt.

Der Zusammenhang dieser Erscheinungen dürfte nun aus folgender Betrachtung hervorgehen.

Gesetzt, die mit $+$ bezeichnete Belegung sey schwach positiv elektrisirt, so wirkt dieselbe vertheilend auf den rotirenden Isolator. Die abgestoßene $+$ E. fließt in den Conductor *e*, während sich gleichzeitig $-$ E. auf der

Glasscheibe sammelt. Die letztere wird theilweise frei, sobald sie die Gränzen der Belegung überschreitet, theilweise bleibt dieselbe aber auch ferner gebunden, indem sie vertheilend auf die äußere Seite der festen Scheibe wirkt und hier eine allmähliche Ansammlung von $+$ E. veranlaßt. Der bindende Einfluß der letzteren wird durch einen Glas-ausschnitt unterbrochen. Die noch auf dem Isolator befindliche und nun frei gewordene $-$ E. tritt zunächst an die Spitzen der zweiten Belegung, und was von denselben nicht aufgenommen wird, verschwindet durch den Conductor f . In dem Maasse, in welchem sich die zweite Belegung ladet, übt nun auch diese eine vertheilende Wirkung aus. $-$ E. wird abgestoßen, während sich $+$ E. auf der Scheibe sammelt, und die letztere muß wieder theilweise, während einer halben Umdrehung gebunden bleiben, bis sie an einen Glas-ausschnitt und die Spitzen der ersten Belegung gelangt. Auf diese Weise übersieht man, wie eine Belegung die andere ladet, und es fragt sich nur, ob diese Ladungen allmählich abnehmen oder wachsen werden.

Unter dem Einfluß der Ladung, welche die rotirende Scheibe annimmt, zerfällt die Elektrizitätsmenge der Belegungen in eine gebundene und eine freie. Ist die vertheilende Wirkung sehr gering, so kann jene Ladung so schwach seyn, daß ihre Dichtigkeit schon anfangs kleiner ist, wie die Dichtigkeit der letztern. Ist die vertheilende Wirkung aber größer, so können doch die Verluste, welche während der Rotation entstehen, so bedeutend seyn, daß dieß nach einer halben Umdrehung noch immer der Fall ist. Ist nun die Glasfläche schwächer elektrisch, wie die Spitzen der Belegungen, so werden nicht diese von jener, jene wird vielmehr von diesen elektrisirt. Mit dem Verschwinden der freien E. wird aber die vertheilende Wirkung geringer; die Ladung, welche die rotirende Scheibe annimmt und ihr bindender Einfluß immer kleiner; die gebundene Elektrizitätsmenge wird mehr und mehr frei, und die frei gewordene wird stets aufs Neue verschwinden. Die Ladungen der Belegungen müssen sich also continuirlich verringern.

Ist aber die Glasfläche an den Ausschnitten stärker elektrisch, so müssen umgekehrt jene allmählich immer höhere Ladungen annehmen, so lange die Isolation überhaupt noch ein Wachsen gestattet. Die letztere hat ihre Gränze durch die Stellung der Conductoren und durch die Anziehung, welche von denselben gleichzeitig auf die elektrische Fläche geübt wird. Diese Anziehung ist am stärksten, wenn der Schließungsbogen nicht geöffnet ist, da derselbe in diesem Falle wie ein abgeleiteter Körper zu betrachten ist. Je mehr wir denselben öffnen, um so mehr wird jene abnehmen müssen, da sich auf den Conductoren eine immer höhere Spannung bildet, die mit derjenigen des Glases gleichnamig ist. Die Spannung auf den Belegungen wird nun so lange wachsen, als es ihre gegenseitige oder die Entfernung von den gegenüber befindlichen Ausschnitten gestattet. Von einem gewissen Punkte an wird nämlich eine Ausgleichung durch die Luft erfolgen. Dieser Punkt braucht aber überhaupt nicht innerhalb der Gränzen der Schlagweite erreicht zu werden.

Betrachten wir den Strom im Schließungsbogen genauer, so finden wir, daß derselbe aus zwei verschiedenen aber gleichgerichteten Strömen besteht. Der eine entsteht durch Vertheilung und dadurch, daß sich die Glasscheibe continuirlich von neuem ladet, der andere entsteht durch das Freiwerden dieser Ladung von der nur ein geringer Theil nöthig ist, um die Spannung auf den Belegungen zu erhalten. Denken wir uns diese Ströme, von denen ich jenen den primären, diesen den secundären nennen will, getrennt, so müssen sich dieselben quantitativ sowohl, als durch das Maximum ihrer Schlagweite von einander unterscheiden. In ersterer Hinsicht wird der primäre den secundären übertreffen weil die Ladung der Scheibe während einer halben Umdrehung bedeutend geschwächt wird; in letzterer dagegen wird ein umgekehrtes Verhältniß stattfinden, da die Spannung der freien E. auf der Glasfläche nothwendig eine höhere, wie diejenige ist, welche durch ihre vertheilende

Wirkung entsteht. Da aber beide Ströme denselben Leiter durchlaufen, und der eine nur eine Folge des andern ist, so muß auch das Aufhören des einen dem Aufhören des andern folgen, und die größte Schlagweite des primären Stromes ist daher gleichzeitig diejenige des Apparats.

Ist ein Conductor abgeleitet, so kann nach Ueberschreitung dieser Schlagweite der secundäre Strom erst allmählich verschwinden, da die demselben gegenüber befindliche Belegung die Glasscheibe noch elektrisiren kann. In der That lassen sich, ohne diesen Strom zu unterbrechen die Elektroden auf mehr als das Doppelte entfernen. Derselbe wird sich aber bald mit der Ladung der Belegung, da derselben keine neue E. zugeführt wird, verlieren.

Befindet sich eine Flasche im Schließungsbogen, so müssen beide Ströme, wenn die Ladung eine bestimmte Höhe erreicht hat, gleichzeitig verschwinden. Die Dichtigkeit auf den Belegungen der festen Scheibe sinkt; die Flasche läßt einen Theil ihrer Ladung auf die rotirende Scheibe fließen, und da dieser nach einer halben Umdrehung an die entgegengesetzt elektrischen Belegungen tritt, so beginnt die Maschine binnen Kurzem im entgegengesetzten Sinne zu wirken. Die Flasche aber muß auf diese Weise continuirlich entladen und wieder geladen werden.

Auch ohne Flasche können Stromumkehrungen eintreten, wenn man sich dem Maximum der Schlagweite nähert und die feste Scheibe nur an ihrer äußern Seite belegt ist. An der innern Seite sammelt sich dann die entgegengesetzte E. an, welche so lange gebunden bleibt als sich auf der äußern ein Theil freier E. befindet. Geht nun diese, sey es auf beabsichtigte, sey es auf unbeabsichtigte Weise verloren, so fängt jene vertheilend im entgegengesetzten Sinne zu wirken an. Besonders störend aber ist es, daß man unter diesen Umständen die Rotation kaum auf wenige Secunden unterbrechen kann, ohne bei Wiederaufnahme der Bewegung den Strom schon in entgegengesetzter Richtung zu finden.

Durch zwei einfache Vorrichtungen läßt sich nun die

Maschine dem jedesmaligen Zwecke noch mehr entsprechend machen.

Um die Wirksamkeit unabhängig von der Oeffnung des Schließungsbogens zu erhalten, ist es nöthig, wie ich schon angedeutet, die Ströme von einander zu trennen. Man könnte die Construction leicht auf die Weise verändern, daß sich jene überhaupt nur in getrennten Leitern bewegen können, allein man würde sich hierdurch der Möglichkeit berauben, dieselben wo es geboten ist, gemeinsam zu benutzen. Vielmehr wird es vortheilhaft seyn, die Trennung bis zum Aufhören des primären Stromes zu vermeiden und dieß läßt sich auch annähernd auf folgende Weise bewirken.

Man denke sich einen dritten Conductor, welcher g heißen mag, den andern parallel, und um eine Viertel-Umdrehung von denselben entfernt, in dem betreffenden Lagerständer befestigt, die mit — bezeichnete Belegung bis an seine Spitzen verlängert und denselben dauernd mit dem Conductor e verbunden. So lange sich nun die Schlagweite innerhalb bestimmter Gränzen hält, werden beide Ströme wie früher zwischen e und f cursiren. Denn wenn auch der verlängerten Belegung jetzt zwei Conductoren gegenüberstehen, so wird die Scheibe doch nur von demjenigen, welcher im Sinne der Rotation vorangeht, geladen werden. Erst wenn der Widerstand zwischen e und f größer wird, fängt auch g nach und nach zu wirken an, und schließlich wird der primäre Strom überhaupt nur noch zwischen e und g cursiren können. Werden nun auch die Elektroden beliebig entfernt, so kann doch die Thätigkeit der Maschine dadurch keine Unterbrechung erleiden. Von einem gewissen Punkte an wird zwar auch der secundäre Strom verschwinden, den Conductoren aber eine constante Menge freier E. erhalten bleiben. Uebrigens ist es nicht einmal nöthig, die bezeichnete Belegung zu verlängern, wenn man nur die dem Conductor g gegenüber befindlichen Punkte des Glases, so oft man die Maschine in Thätigkeit setzt, ableitend berührt. Auch braucht man hierbei oder

wenn man die Rotation auf kurze Zeit unterbricht, e und f nicht mit einander zu verbinden; man muß aber dann den elektrisirten Gegenstand der mit $+$ bezeichneten Belegung nähern, damit sich der primäre Strom sofort zwischen e und g etabliren kann. Die längsten Funken liefert die Maschine in dieser Form dann, wenn e und g abgeleitet und f mit einem größeren Conductor verbunden wird.

Um die Quantität zu vergrößern ohne gleichzeitig die Rotationsgeschwindigkeit zu steigern, muß man die Punkte, an denen die Scheibe sich laden und entladen kann, vermehren. Nennen wir die ganze Vorrichtung, durch welche das letztere bewirkt wird, ein Element, so wird die quantitative Leistung im Allgemeinen der Zahl solcher Elemente proportional seyn. Hierbei ist aber vorausgesetzt, daß sich diese nicht gegenseitig stören, und das wird im Allgemeinen um so eher der Fall seyn, je größer die Dichtigkeit der freien E., je größer also gleichzeitig die Schlagweite ist, welche sich im Schließungsbogen befindet. Das Maximum derselben wird sich daher mehr oder weniger mit der Anzahl der Elemente verringern.

Fig. 3 Taf. I zeigt, wie vier solcher Elemente an der Maschine zu vertheilen sind, und muß man sich den Conductor s an Stelle des Conductors g , p aber in einer Verlängerung desselben Lagerständers befestigt denken. Um die Maschine in dieser Form in Wirksamkeit zu bringen, sind zunächst alle Conductoren mit einander zu verbinden. Wird dann eine Belegung elektrisirt, so werden alle abwechselnd entgegengesetzt elektrisch. Um die größte quantitative Leistung zu haben, wird man daher p und s mit dem einen, q und r mit dem andern Ständer der Entladungsvorrichtung verbinden müssen. Man kann aber auch r und s geschlossen lassen und nur mit p und q experimentiren, und erhält dann eine geringere Quantität, aber eine höhere Spannung. Man kann endlich p und s geschlossen lassen und q und r mit ihren Belegungen verbinden, man erhält an diesen alsdann freie E. von ziemlich bedeutender Spannung, die man indessen nicht vollständig ableiten darf, ohne die

Wirksamkeit des Apparats zu zerstören. In Betreff der beiden ersten Verbindungen gilt übrigens dasselbe, was ich über die Behandlung desselben in seiner ersten Form gesagt habe, nur muß ich bemerken, daß, wenn man die Rotation unterbricht, die E. sich viel schneller von den Glasflächen zu verlieren pflegt. Bei feuchter Luft pflegt dieser Verlust schon nach 1 bis 2 Minuten so stark zu seyn, daß man die Wirksamkeit durch Rotation allein nicht wiedererzeugen kann.

Um nun zu den Wirkungen der Maschine überzugehen, lasse ich zunächst einige Bestimmungen über das Maximum ihrer Schlagweite und ihre quantitative Leistung folgen.

Zwischen kugelförmigen Elektroden von $\frac{3}{4}$ " Durchmesser war die Schlagweite, welche nicht überschritten werden durfte: mit 2 Elm. 1", mit 4 Elm. in kreuzweiser Verbindung $\frac{3}{4}$ ". Mit 2 Elm. und getrennten Strömen konnte noch eine Schlagweite von 2", und bei Anwendung eines größern Conductors, von 3 bis 4" erhalten werden. Bei Anwendung von Leydener Flaschen war im ersten und zweiten Falle das Maximum der Schlagweite $\frac{1}{8}$ " geringer.

Zwischen denselben Elektroden und bei 12 Umdrehungen in einer Secunde wurde eine Flasche von 1□' Belegung und 1" Glasstärke bis zu einer Schlagweite von $\frac{5}{8}$ " durch 2 Elm. in 2 Sec., durch 4 Elm. in 1 Sec. geladen.

Mit Verkleinerung der Elektroden konnte die Schlagweite bis zu einem gewissen Grade vergrößert werden. Bei 4 Elm. konnten $\frac{1}{8}$ zöllige Kugeln noch bis auf $\frac{5}{8}$ " entfernt werden und entlud sich die Flasche auf diese Entfernung noch regelmäßig einmal in 1 Sec. Spitzen dagegen konnten wegen der sich bildenden Büschel nur bis auf eine Entfernung von $\frac{5}{8}$ " gebracht werden, wo etwa 3 bis 4 Entladungen in 1 Sec. folgten.

Der Kraftaufwand aber, welcher dieser Leistung entsprach, war im Vergleich mit andern Elektrisirmaschinen sehr gering; denn wurde die Scheibe sich plötzlich selbst überlassen, so pflegte sie bei 4 Elm. gewöhnlich noch 8, bei 2 Elm. gewöhnlich noch 14 Secunden zu rotiren.

Der Funkenstrom kann je nach der Form und Entfernung der Elektroden eine sehr verschiedene Gestalt annehmen. Zwischen Spitzen bildet er ein aus unzähligen Fünkchen bestehendes nach der Mitte hin sich erweiterndes Bündel (Fig. 4 Taf. I). Zwischen Kugeln bei größserer Entfernung bildet er gewöhnlich einen dickern, sich fortwährend hin und her schlängelnden Faden von geringerer Helligkeit und rosarother Färbung. Bei kleinerer Entfernung theilt sich dieser dann ohne seine Farbe zu verändern wieder in viele einzelne Fäden, die, im wesentlichen parallel und in einer Ebene liegend, sich in immer grösseren Bögen von der geraden Mittellinie entfernen (Fig. 4). Durch ableitende Berührung eines Conductors oder durch Vergrößerung der Oberfläche läßt sich die dunklere Färbung leicht in eine helle verwandeln. Einen sehr intensiv leuchtenden Funkenstrom, der von einer bläulichen Hülle umgeben ist, erhält man zwischen Spitzen mit einer Flasche von 3 bis 4 □" Belegung.

Um die Lichterscheinungen in einem Geißler'schen Rohre am bequemsten zu variiren, wird dasselbe an Stelle des Drahtes *l* in den Schließungsbogen geschaltet. So lange *m* und *n* sich vollständig berühren, leuchtet dasselbe constant mit einem schwachen, bläulichen Lichte. Schichtung erhält man, wenn gleichzeitig *a* und *c* mit einer grössern Flasche in Verbindung stehen. Dieselbe erhält man auch wenn die Elektroden aus Spitzen bestehen und eine sehr geringe Entfernung haben. Bei grösserer Schlagweite, und besonders bei Anwendung der oben erwähnten kleinen Flasche, leuchtet das Rohr so intensiv, daß die Erscheinung noch bei hellem Tageslichte vollkommen sichtbar ist.

Physiologische Wirkungen treten nur dann auf, wenn sich gleichzeitig eine Luftstrecke im Schließungsbogen befindet. Läßt man den Funkenstrom direct auf die Haut übergehen, so bewirkt derselbe ein äußerst brennendes und stechendes Gefühl. Wird der menschliche Körper zwischen *b* und *c* eingeschaltet, so kann man schon ohne Flasche merkliche Erschütterungen verspüren. Stehen aber *a* und *c*

gleichzeitig mit der kleinen Flasche in Verbindung, so hat man, wenn die Elektroden aus Spitzen bestehen und so nahe sind, daß sie sich eben nicht berühren, schon das Gefühl eines ziemlich kräftigen Inductionsapparats. Durch allmähliche Vergrößerung der Schlagweite läßt sich diese Wirkung dann noch beliebig verstärken, dürfte aber bei einer Entfernung von $\frac{1}{32}$ ", wo noch immer viel mehr als 50 Entladungen auf eine Secunde fallen, nicht mehr erträglich seyn.

Um die Erwärmung zu constatiren, welche der Strom in einem dünnen Drahte bewirkt, schaltete ich ein Riefs'sches Luftthermometer in den Schließungsbogen ein. Bei geringerer Neigung des Instruments trat die Flüssigkeit ganz aus der Röhre heraus, bei größerer nahm sie in derselben eine mehr oder weniger constante Stellung ein. Um die Wärme der Funken zu prüfen, ließ ich dieselben durch ein enges Glasrohr schlagen, indem ich die Elektroden in dasselbe hineinleitete. Es wurde binnen kurzer Zeit so warm, daß ich ein Streichhölzchen an demselben entzünden konnte. Eine directe Zündung durch den Strom wurde am besten dadurch bewirkt, daß den Elektroden die Form von Spitzen gegeben und sie in eine möglichst kleine Entfernung gebracht wurden. Phosphor und Schiefsbaumwolle entzündeten sich zwischen solchen Spitzen sofort, und fein zertheilte Kohle kam ins Glühen. Feuerschwamm aber wurde nur höchst schwierig, und Schiefspulver überhaupt nicht gezündet.

Von chemischen Wirkungen will ich die Wasserzersetzung erwähnen, indessen bemerken, daß mir dieselbe nur mit in Glas geschmolzenen Drähten gelungen ist. Die Bläschen stiegen in einem feinen aber continuirlichen Strome und zwar an der einen Elektrode scheinbar in doppelter Anzahl auf. Durch Einschaltung einer Luftstrecke wurde diese Wirkung nur geschwächt.

Um die magnetischen Wirkungen zu constatiren, bediente ich mich der Nebenspirale eines Stöhrer'schen Inductions-Apparats, welche bei diesen Apparaten bekannt-

lich von der Hauptspirale zu trennen ist. Im Innern derselben nahe dem offenen Ende wurde eine Magnetspule angebracht und der Strom in continuirlicher Form durch die Spirale geleitet. Ich erhielt eine ziemlich constante Ablenkung von 35 bis 40°.

Aus den ferneren Versuchen wird sich nun ergeben, bis zu welchem Grade man diese Wirkungen noch steigern kann. Um zunächst den Einfluss kennen zu lernen, welchen die Größe der Scheiben hat, lasse ich die Maschine gegenwärtig in verschiedenen Dimensionen ausführen und hoffe schon binnen Kurzem in der Lage zu seyn, über die Wirkungen derselben zu berichten¹⁾. Gleichzeitig bin ich mit der Construction zusammengesetzter Maschinen beschäftigt, welche aus einer kleinen Elektrisirmaschine obiger Form und einem größern Apparat bestehen, dessen Belegungen nicht durch seine eigene Thätigkeit, sondern durch die der Elektrisirmaschine in elektrischer Spannung erhalten werden.

Fig. 5 Taf. I zeigt einen solchen Apparat, wie er sich besonders für hohe Spannung eignet und wie ich ihn vor längerer Zeit aus Scheiben von 30" Durchmesser construirte. Man muß sich die mit + bezeichnete Belegung constant elektrisch, den ihr gegenüber befindlichen Conductor *e* mit der Erde, den Conductor *f* aber mit einem größern Conductor verbunden denken. Obwohl die Isolation dieses Apparats eine höchst mangelhafte war, so konnte ich doch schon eine Schlagweite von 9" erreichen. Für größere Quantität müßte statt des einen eine größere Anzahl von Elementen wirken. Um die größte Anzahl vertheilen zu können, müßte man endlich die Ausschnitte dadurch zu vermeiden suchen, daß man die Belegungen in abwechselnder Reihenfolge negativ und positiv elektrisirt. Das

1) Ich habe diese Anfertigung dem Mechaniker Hrn. W. Schulz, Auguststraße 23 hieselbst, übertragen. Eine Maschine wie die obige, aber mit besserer Isolation und bequemerer Einrichtung zum Experimentiren, dürfte sich auf den Preis von 25 bis 30 Thaler stellen. Hierzu ein größerer Tisch mit Schwungrad und Trittbrett würde den Preis um 15 bis 20 Thaler erhöhen.

Freiwerden der Elektricitäten würde in diesem Fall durch die Spannung der Belegungen selbst bewirkt ¹⁾).

Ich habe indessen schon bemerkt, dafs man durch Vermehrung der Elemente auf einer Scheibe die Quantität immer nur auf Kosten der Schlagweite steigert. Soll diese erhalten bleiben, so mufs man die Scheiben vermehren, sie aber auch soweit entfernen, dafs sie sich nicht gegenseitig stören, und diefs wird bei höherer Spannung wieder schwieriger zu erreichen seyn, als bei einer niederen.

In jedem Falle aber bleibt zu bedenken, dafs die Rotationsgeschwindigkeit, welche sich bei einer solchen Maschine erreichen läfst, durch die Vergrößerung ihrer Dimensionen sehr wesentlich verliert, und dafs man daher durch diese die quantitative Leistung nicht in demselben Maafse, wie die Spannung, vermehren kann.

- 1) Ich hatte schon im vorigen Sommer Gelegenheit Hrn. Dr. Paalzow hieselbst die Wirkungen eines Apparats zu zeigen, der auf die Anwendung dieses Principis beruhte. Beide Scheiben waren an ihrer äußern Seite mit Stanniol belegt, und diese Belegung durch isolirende Zwischenräume in eine größere aber gleiche Anzahl abwechselnd mit einander verbundenen Sektoren zerlegt. Die der festen Scheibe wurden durch eine gewöhnliche Elektrisirmaschine positiv und negativ elektrisirt. Zwei aufeinander folgenden aber standen Conductoren gegenüber, welche mit feinen Drähten die rotirende Scheibe berührten. Waren nun diese in Verbindung und rotirte die Scheibe, so mußten gleichzeitig alle Sektoren, so oft sie denen der festen gegenübertraten, entladen und wieder geladen werden. Ich habe später einmal 40 solcher Elemente, bei denen die Belegungen der festen Scheibe durch in Glas eingeschlossene Drähte vertreten waren, an einem kleineren Apparate angebracht und es auf diese Weise möglich gemacht, die 20 mal in 1 Secunde rotirende Scheibe in derselben Zeit 800 mal zu elektrisiren. Es ist die schwache Seite dieser und ähnlicher Apparate, dafs sich mit denselben nur eine verhältnißmäßig geringe Schlagweite erreichen läßt.

XI. Beziehung zwischen dem Gewichte der Magnetisirungsspirale und der magnetisirenden Kraft;

von Dr. Menzzer,

Oberlehrer in Halberstadt.

Ist ein Elektromagnet herzustellen, dessen galvanischer Strom durch eine gegebene Batterie entwickelt werden soll, so ist es von praktischem Interesse, vorher überschlagen zu können, welche Drahtdicke und Länge zur Spirale zu wählen, und welche Combination der Batterie dann ein für alle Mal anzuwenden ist, um, im Verhältniß zu den aufgewendeten Kosten, den möglichst kräftigsten Elektromagnet zu erzielen. Dieser Ermittlung dient das bekannte Gesetz zur Grundlage, daß ein Maximum der Stromstärke allemal dann stattfindet, wenn der sogenannte wesentliche Leitungswiderstand, oder der Widerstand, den der galvanische Strom in der Batterie erfährt, gleich ist dem Leitungswiderstande im Schließungsbogen, also für den vorliegenden Fall in der Magnetisirungsspirale.

Es sey eine Bunsen'sche Zinkkohlenbatterie von 12 Bechern gegeben, die elektromotorische Kraft jedes Bechers = 800, sein wesentlicher Leitungswiderstand = 15. Dieselben erlauben folgende Combinationen:

A.

No. der Combination		Wesentlicher Leitungswiderstand
I.	12 einfache Elemente	$12 \times 15 = 180$
II.	6 zweifache „	$6 \times \frac{15}{2} = 45$
III.	4 dreifache „	$4 \times \frac{15}{3} = 20$
IV.	3 vierfache „	$3 \times \frac{15}{4} = 11,25$
V.	2 sechsfache „	$2 \times \frac{15}{6} = 5$
VI.	1 zwölffache „	$1 \times \frac{15}{12} = 1,25$

Für die Magnetisirungsspiralen mögen Kupferdrähte von den Durchmessern: 2, 3, 4, 5, 6 Millim. geprüft werden. Bezeichnet m die Länge des Kupferdrahtes in Metern und

d dessen Durchmesser in Millim., so ist sein Leitungswiderstand $= \frac{m}{d^2}$. Setzt man hierin d nach einander $= 2, 3, 4, 5$ und 6 und die so gewonnenen Ausdrücke nach einander gleich den in Tafel *A* enthaltenen wesentlichen Leitungswiderständen: so erhält man für m die Längen der Drähte in Metern wie folgt:

B.

d	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
2mm	720	180	80	45	20	5
3	1620	405	180	101,25	45	11,25
4	2880	720	320	180	80	20
5	4500	1125	500	281,25	125	31,25
6	6480	1620	720	405	180	45

Die entsprechenden *Maxima* der Stromstärken ergeben sich nun folgendermaassen:

C.

Combination	Stromstärke	log.
I.	$\frac{12 \times 800}{2 \times 180} = 26,666 \dots$	1,42586
II.	$\frac{6 \times 800}{2 \times 45} = 53,333 \dots$	1,72697
III.	$\frac{4 \times 800}{2 \times 20} = 80$	1,90309
IV.	$\frac{3 \times 800}{2 \times 11,25} = 106,666 \dots$	2,02803
V.	$\frac{2 \times 800}{2 \times 5} = 160$	2,20412
VI.	$\frac{1 \times 800}{2 \times 1,25} = 320$	2,50515

Der Durchmesser des zu umwickelnden Eisenkerns sey 68,6 Millim. Berechnet man mit Hülfe dieser Gröfse die Anzahlen der Windungen, welche die in Tafel *B* enthaltenden Längen der Drähte gestatten, und multiplicirt diese Anzahlen mit den in Tafel *C* enthaltenen Stromstärken, so

erhält man die *Logarithmen der magnetisirenden Kräfte* wie folgt:

D.

<i>d</i>	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
2 ^{mm}	4,94972	4,64877	4,47271	4,34777	4,17168	3,87065
3	5,30191	5,00096	4,82489	4,69996	4,52386	4,22283
4	5,55178	5,25083	5,07477	4,94983	4,77374	4,47271
5	5,74560	5,44465	5,26859	5,14366	4,96756	4,66653
6	5,90397	5,60302	5,42695	5,30202	5,12592	4,82489

Die Logarithmen der *Gewichte* der in *Tafel B* enthaltenen Drahtlängen ergeben sich, in Grammen ausgedrückt, aus den in *Tafel B* angegebenen Dimensionen und dem specifischen Gewichte des Kupferdrahtes = 8,8785 folgendermaassen:

E.

<i>d</i>	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
2 ^{mm}	4,60385	4,00179	3,64961	3,39973	3,04755	2,44549
3	5,30822	4,70616	4,35397	4,10410	3,75191	3,14985
4	5,80797	5,20591	4,85373	4,60385	4,25167	3,64961
5	6,19561	5,59355	5,24137	4,99150	4,63931	4,03725
6	6,51234	5,91028	5,55809	5,30822	4,95603	4,35397

Dividirt man die Logarithmen der *Tafel E* mit 2 und zieht die so erhaltenen Quotienten von den Logarithmen der *Tafel D* ab, so erhält man constant 2,647..., woraus sich zunächst inductorisch das Gesetz ergibt, dafs die magnetisirenden Kräfte, dividirt durch die Quadratwurzeln aus den Gewichten der Drahtspiralen, immer denselben Quotienten liefern. Bezeichnet man nun zwei verschiedene magnetisirende Kräfte mit *M* und *M'* und die Gewichte der zugehörigen Drahtspiralen mit *G* und *G'*, so hat man

$$\frac{M}{\sqrt{G}} = \frac{M'}{\sqrt{G'}}$$

oder

$$M : M' = \sqrt{G} : \sqrt{G'},$$

also läfst sich das Gesetz auch so ausdrücken: *die magnetisiren Kräfte zweier Drahtspiralen, die das Maximum der*

Stromstärke gestatten, verhalten sich gerade so, wie die Quadratwurzeln aus ihren Gewichten.

Es schien mir besser, zuerst die rein inductorische Auf-
findung dieses Gesetzes vorzulegen, weil die dabei vor
Augen tretenden Zahlen noch manche andere Betrachtung
anregen können; natürlich läßt sich dasselbe aber auch
ganz allgemein erreichen.

Ist e die elektromotorische Kraft eines Bechers, t die
Anzahl von Bechern, die zu einem Elemente vereinigt sind,
 s die Anzahl solcher Elemente, also $st = n$ die Anzahl der
disponibeln Becher, λ der wesentliche Leitungswiderstand
eines Bechers, m die Länge des zur Magnetisirungsspirale
verwendeten Kupferdrahtes in Metern und d der Durch-
messer dieses Drahtes in Millimetern ausgedrückt, so ist
das Maximum S der Stromstärke bekanntlich

$$(1) \quad S = \frac{se}{s \frac{\lambda}{t} + \frac{m}{d^2}},$$

wobei

$$(2) \quad s \frac{\lambda}{t} = \frac{m}{d^2}$$

seyn muß.

Ist ferner m' die Länge desjenigen Kupferdrahtes, wel-
cher zu einer Windung verbraucht wird, in Metern ausge-
drückt, so ist

$$(3) \quad W = \frac{m}{m'}$$

die Anzahl der Windungen, und die magnetisirende Kraft M
der Spirale

$$(4) \quad M = SW = \frac{se}{s \frac{\lambda}{t} + \frac{m}{d^2}} \cdot \frac{m}{m'}.$$

Bezeichnet ferner σ das specifische Gewicht des Kupfers
und G das absolute Gewicht des zu verwendenden Drahtes,
in Grammen ausgedrückt, so ist

$$(5) \quad G = \frac{m d^2 \pi \sigma}{2}$$

und folglich

$$(6) \quad \frac{M}{VG} = \frac{\frac{se}{t} + \frac{m}{m'}}{\sqrt{\frac{md^2\pi\sigma}{2}}}.$$

Der Ausdruck ist nun constant, so lange die Anzahl, die elektromotorische Kraft und der wesentliche Leitungswiderstand der Becher der Batterie, sowie die Weite der Spiralwindungen und das specifische Gewicht des Drahtes dieselben Größen bleiben. Denn es ist

$$n = st$$

$$\frac{m}{d^2} = s \frac{\lambda}{t},$$

woraus sich leicht ergibt:

$$t = \sqrt{\frac{n\lambda d^2}{m}} \quad \text{und} \quad s = \sqrt{\frac{mn}{\lambda d^2}}.$$

Durch Substitution dieser Werthe in der Gleichung (6) ergibt sich nach leichter Vereinfachung:

$$(7) \quad \frac{M}{VG} = \frac{e}{m'} \sqrt{\frac{2n}{\pi\lambda\sigma}},$$

ein Ausdruck, der von der Dicke des Drahtes und von der Art der Combination der Batterie ganz unabhängig ist und so lange constant bleibt, als die Weite der Drahtwindungen, die Anzahl, die elektromotorische Kraft und der wesentliche Leitungswiderstand der Becher und das specifische Gewicht des Drahtes unverändert bleiben.

Folglich verhalten sich ganz allgemein, unter diesen sich gleichbleibenden Umständen, die magnetisirenden Kräfte der Magnetisirungsspiralen eines und desselben Metalles, bei jedesmaligem Maximo der Stromstärke, wie die Quadratwurzeln aus den Gewichten der verwendeten Drähte.

Halberstadt, den 28. Juli 1865.

XII. Zur Ermittlung der Refraktionsaequivalente der Grundstoffe; von Dr. A. Schrauf in Wien.

(Aus dem Anzeigblatt der Wiener Academie vom 20. April 1865
vom Verfasser mitgetheilt.)

In früheren Abhandlungen wurde die Abhängigkeit der Fortpflanzung des Lichts von der Dichte und chemischen Zusammensetzung mit Zugrundlegung der Newton'schen Formel $\frac{n^2-1}{d}$ erörtert¹⁾.

Neue Beobachtungen ermöglichen für eine große Reihe von Grundstoffen (mit den Atomgewichten $H = 1$; $O = 16$), deren Newton'sches Refraktionsaequivalent zu ermitteln und zwar aus (g) dem gas- oder dampfförmigen, (f) dem festen oder flüssigen, und (m) den metallischen Zustände; wobei das Refraktionsaequivalent des $M (H) = 0,004050$ der Einheit gleichgesetzt ward.

Aluminium	<i>f</i>	5,79	Phosphor	<i>g</i>	4,81
Antimon	<i>m</i>	75,59	"	<i>f</i>	18,70
Arsen	<i>g</i>	4,05	Quecksilber	<i>g</i>	7,87
"	<i>f</i>	12,39	"	<i>f</i>	18,81
Baryum	<i>f</i>	11,38	"	<i>m</i>	98,38
Beryllium	<i>f</i>	4,01	Sauerstoff	<i>g</i>	1,98
Blei	<i>f</i>	27,02	Schwefel	<i>g</i>	3,96
"	<i>m</i>	88,60	"	<i>f</i>	16,03
Bor	<i>f</i>	9,18	Selen	<i>m</i>	29,81
Brom	<i>f</i>	10,76	Silber	<i>f</i>	9,08
Calcium	<i>f</i>	6,65	"	<i>m</i>	33,75
Cadmium	<i>f</i>	11,61	Silicium	<i>f</i>	8,73
Chlor	<i>g</i>	5,51	"	<i>m</i>	32,45
Eisen	<i>m</i>	33,56	Stickstoff	<i>g</i>	2,09
Fluor	<i>f</i>	1,45	Strontium	<i>f</i>	8,93
Iod	<i>f</i>	19,05	Titan	<i>f</i>	31,67
Kalium	<i>f</i>	4,73	Wasserstoff	<i>g</i>	1,00
Kohlenstoff	<i>f</i>	5,01	Wismuth	<i>f</i>	26,90
Kupfer	<i>f</i>	9,60	"	<i>m</i>	80,82
"	<i>m</i>	17,83	Wolfram	<i>f</i>	26,66
Lithium	<i>f</i>	3,36	Zink	<i>f</i>	7,23
Magnesium	<i>f</i>	7,73	"	<i>m</i>	21,01
Molybdän	<i>f</i>	48,73	Zinn	<i>f</i>	19,70
Natrium	<i>f</i>	3,68	Zirkon	<i>f</i>	19,01

1) Ann. Bd. 116, S. 193; Bd. 118, S. 359; Bd. 119, S. 461 u 553.

Die gleichzeitigen mathematischen Untersuchungen lieferten für die Dispersion sowohl als auch für die Zahl der Atome neue Aufschlüsse.

**XIII. Untersuchungen über die Niveauverschiedenheit des Wasserspiegels der Ostsee;
von Dr. Arthur Ferdinand Baron Saks¹⁾.**

Im Jahre 1863 theilte ich bereits meine diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen²⁾ mit, und machte die aus denselben gewonnenen Resultate in diesen Annalen bekannt³⁾. In dem Folgenden sollen die neuesten Untersuchungen von mir bekannt gemacht werden. Im Hafen von Arensburg an der Südküste der Insel Oesel in 22° 29' 2" östl. L. von Greenwich und 58° 14' 40" nördl. Br., am nördlichen Gestade des Rigaschen Meerbusens, wurden vom 13. April bis 11. November 1863 Messungen ausgeführt über den Wasserstand. Das dadurch erhaltene Tagebuch bildete die Basis der Untersuchungen, deren Resultate ich hier mittheile. Nachdem der Wasserstand in seiner Beziehung zur Zeit, zum Winde, zum Regen untersucht worden war, erhielt ich folgende Resultate:

- 1) Der mittlere Wasserstand an der bei Arensburg im Hafen zu den Beobachtungen benutzten Stelle ist $75,95'' = 6' 3'' 11,4''$.
- 2) Der höchste mittlere Wasserstand wurde im September, der niedrigste im April beobachtet.
- 3) Unter dem Normalwasserstande steht das Wasser im

1) Auszug aus dem *Bull. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Petersbourg* T. VIII, p. 65 — 81 und dem *Mélanges phys. et chim.* T. VI p. 135 — 158.

2) *Bull. de l'Acad. Imp. de St. Petersbourg* T. VI, p. 257 — 296 und *Mélanges* T. V p. 543 — 598.

3) *Pogg. Ann.* Bd. CXX, S. 646 bis 649.

April, Mai und Juni; in den andern Monaten übersteigt er denselben.

- 4) Das Normalwasser ist gar nicht beobachtet worden.
- 5) Procentisch zu der Anzahl aller Beobachtungen ausgedrückt, wurde beobachtet:

das Hochwasser 44,75 Proc.

» Niedrigwasser 55,25 »

- 6) Das beobachtete Maximum des Wasserstandes beträgt 102", also 2' 2" 6''' über dem Normalwasser.

- 7) Das Minimum war: 57", also 1' 6" 11,4" unter dem Normalwasser.

- 8) Das Hochwasser übersteigt im Maximum ungefähr um das Doppelte davon das Niedrigwasser, als das Minimum darunter fällt.

- 9) Die Maximaldifferenz beträgt 3' 9".

- 10) Im Mittel wurde beobachtet:

das Normalwasser bei N. und S.O.

» Hochwasser » W. » SW.

» Niedrigwasser » NW., S., O. und NO.

- 11) Die größte mittlere Höhe tritt ein bei SW.

» » » Tiefe » » » O.

- 12) Alle N.- und O.-Winde bringen ein Fallen des Wassers mit sich, während SW.- und W.-Winde entschieden ein Steigen bewirken.

- 13) Bei Sturm treten ein:

die Extreme des Steigens bei W. und SW.

» » » Fallen » NO.

- 14) Bei anhaltendem SW. und W. erfolgt ein entschiedenes Steigen des Wassers.

- 15) Bei Windwechsel erfolgt:

a) Steigen, wenn:

W. auf SW. folgt

SW. » N., NW., W., S., SO., O. und NO. folgt.

SO. » O. folgt.

b) Stillstand, wenn:

NW. auf N., W. und SO. folgt.

S. » W. folgt.

c) Fallen, wenn:

N. auf NW. folgt.

NW. » SW. »

S. » SW. »

SO. » SW. »

O. » W., SW. und SO. folgt.

NO. » SW. folgt.

16) Während Regen steigt das Wasser.

17) Als Hauptresultat scheint sich sowohl aus diesen als auch aus meinen frühern Untersuchungen zu ergeben, daß das Wasser der Ostsee besonders dadurch steigt, wenn durch SW.-Winde aus der Nordsee große Wassermassen in die Ostsee getrieben werden.

XIV. *Beiträge zur Erklärung der täglichen Barometerschwankungen;* *von Dr. Th. Reishaus in Stralsund.*

Erster Beitrag.

Das erste Maximum.

1. E. E. Schmid erklärt in seinem Lehrbuch der Meteorologie, nachdem er über die täglichen Barometerschwankungen berichtet hat, Folgendes:

»Der Zusammenhang zwischen den periodischen Veränderungen des Dampfdruckes und des Druckes der trockenen Luft mit dem Sonnenstande ist trotz seines einfachen Ausdrucks dennoch kein einfacher, sondern ein vermittelter. Wenn die verticalen Bewegungen in der Atmosphäre, wenn der aufsteigende und niedersinkende Luftstrom schon bei der Erwärmung der oberen Luftschichten wesentlich mitwirkt, wenn er auf den Feuchtigkeitszustand einen wesentlichen Einfluß ausübt, so

bleibt die beträchtliche Verminderung und Vermehrung des Druckes der trockenen Luft während der Dauer des aufsteigenden und der des niedersinkenden Luftstromes noch immer ein Räthsel.»

Zur Lösung dieses Räthsels genügt die von De Luc und Saussure gemachte und gewiß natürliche Annahme eines oberen seitlichen Abflusses beim steigenden und eines seitlichen Zuflusses beim niedersinkenden Luftstrom nicht. Hr. Dr. Lamont, dessen Arbeiten mich zu der meinigen veranlaßt haben, hat sich daher die Mühe genommen, die tägliche Barometerbewegung in zwei Theile aufzulösen, von denen der eine eine 24stündige Periode mit Einem Maximum und Einem Minimum hat und von der Veränderung der Temperatur im Laufe des Tages herrühren soll, während der andere in 24 Stunden zwei Maxima und zwei Minima zeigt, analog der Ebbe und Fluth. Dieser zweite Theil, meint Dr. Lamont, müsse einer der Gravitation analogen Kraft der Sonne zugeschrieben werden, die er sodann vorläufig als eine elektrische Anziehung der Atmosphäre durch die Sonne bezeichnet.

Ich habe mich mit der Annahme dieser der Gravitation analogen elektrischen Anziehung der Atmosphäre durch die Sonne nicht vertraut machen können, und halte sie auch für überflüssig, wenn man einen bisher, wie ich nicht anders weiß, völlig unberücksichtigten Factor mit in Rechnung zieht, nämlich den Reactionsdruck, welchen die Beschleunigungen und Verzögerungen des auf- und niedersteigenden Luftstromes erzeugen.

2. Erfährt nämlich die Masse m eine Beschleunigung $b = \frac{dv}{dt}$, wo dv die Veränderung der Geschwindigkeit der Masse m während des Zeitelements dt bezeichnet, so entwickelt sie in dem der Beschleunigung b entgegengesetzten Sinne, in Folge ihrer Trägheit, einen Reactionsdruck von der Größe $m \cdot b = m \frac{dv}{dt}$. Ist p das Gewicht der Masse m und rechnen wir die Richtung nach dem Mittelpunkt der Erde positiv, die entgegengesetzte negativ, so ist der Druck, wel-

chen m auf seine Unterlage ausübt, indem es in physisch senkrechter Richtung die Beschleunigung $+b = +\frac{dv}{dt}$ erfährt, gleich

$$(1) \quad d = p - m \cdot \frac{dv}{dt} = p - m \cdot b$$

derjenige, welchen m auf seine Unterlage ausübt, indem es die Beschleunigung $-b = -\frac{dv}{dt}$ (in physisch senkrechter Richtung) erfährt, gleich

$$(2) \quad \delta = p + m \cdot \frac{dv}{dt} = p + m \cdot b^1)$$

Die Formeln (1) und (2) gelten auch, wenn die Beschleunigung nicht in physisch senkrechter Richtung erfolgt; nur hat man dann für b nicht die Beschleunigung selbst, sondern deren Projection auf eine physisch senkrechte Richtung zu setzen. Deshalb wollen wir im Folgenden die Beschleunigungen immer physisch senkrecht annehmen.

3. Bilden die Massen $m_1, m_2, \dots m_n, \dots m_a$, deren Summe gleich M ist, senkrecht über einander gelagerte Schichten, welche bezüglich die Beschleunigungen $b_1, b_2, \dots b_n, \dots b_a$ erfahren, so ist die gesammte von ihnen entwickelte Trägheitskraft die Summe der von den einzelnen Massen entwickelten oder

$$T = -(m_1 b_1 + m_2 b_2 + \dots + m_a b_a) = -\sum m_a b_a.$$

- 1) Die Existenz einer Trägheitskraft als einer Druck und Bewegung erzeugenden Kraft ist von manchen Mathematikern und Physikern bezweifelt oder geradezu abgeleugnet. So behauptet Montucla in seiner Geschichte der Mathematik, als er über Descartes spricht, daß von einer *Kraft* der Trägheit gar keine Rede seyn könne, da eben der Begriff der Masse eine Eigenschaft derselben bedente, die jegliche Wirksamkeit von Kräften ausschließt. Auch heute noch scheint der Begriff der Trägheitskraft, welcher so sehr dazu beiträgt, die Druckveränderungen bei der Bewegung anschaulich zu machen, noch nicht allgemein verstanden zu werden; denn in den mir vor Augen gekommenen Lehrbüchern der Mechanik und der Experimentalphysik, habe ich eine fruchtbare Entwicklung dieses Begriffes nicht gefunden. Nur Poncelet entwickelt denselben zu voller Klarheit und die Versuche von Schönemann (Grunert's Archiv Bd. 24) haben die Poncelet'sche Anschauung durch das Experiment bestätigt.

Nennen wir B die Beschleunigung des Schwerpunktes, so ist bekanntlich

$$\sum m_a b_a = M \cdot B,$$

also der von der Gesamtmasse M entwickelte Trägheitsdruck

$$T = - M \cdot B.$$

Ist p das Gewicht der Masse m , so übt dieselbe mithin auf ihre Unterlage einen Druck aus, welcher gleich ist

$$(3) \quad D = P + T.$$

Der Trägheitsdruck T wird positiv, wenn B negativ, d. h. nach oben gerichtet ist. In diesem Falle wird also der Druck der Masse M auf ihre Unterlage um den Werth $M \cdot B$ gröfser seyn, als das Gewicht P .

Der Trägheitsdruck T wird negativ, wenn B positiv, d. h. nach unten gerichtet ist. In diesem Falle wird also der Druck der Masse m auf ihre Unterlage um den Werth $M \cdot B$ kleiner seyn als das Gewicht P . Mit Berücksichtigung des Vorzeichens erhalten wir mithin aus Formel (3) für den Druck der Masse M bei aufwärts gerichteter Beschleunigung

$$(4) \quad D_1 = P + M \cdot B$$

und bei abwärts gerichteter Beschleunigung

$$(5) \quad D_2 = P - M \cdot B$$

4. Die Formeln (4) und (5) sind ganz unabhängig von der Richtung der einzelnen Massentheilchen und gelten auch dann noch, wenn einzelne Massen aus der Schichtung scheiden oder durch andere Massen ersetzt werden. In ihnen erblicke ich den Schlüssel zu dem Räthsel der täglichen Barometerschwankungen, und es ist wohl kaum eine Kühnheit, zu behaupten, dafs es keinen anderen giebt.

Wenn ich aber nun an der Hand dieser Formeln den Versuch wage, in dem Labyrinth der meteorologischen Erscheinungen eine Erklärung der genannten Wahrnehmungen zu suchen, so geschieht diefs mit grofser Schüchternheit, und ich bitte deshalb, etwaige Irrthümer mit Nachsicht zu beurtheilen.

5. Es darf als Thatsache angenommen werden, dafs am Tage, wenn die Sonne den Erdboden erwärmt, und

dieser wiederum Wärme an die ihn bedeckenden Luftschichten abgiebt, ein aufsteigender Luftstrom stattfindet. Eine Folge und deshalb ein Beweis für sein Vorhandenseyn sind in Küstengegenden die Seewinde, über welche Dampier sagt:

»Die Seewinde erheben sich gewöhnlich 9^h Vormittags. Sie wehen zu allererst nur auf der See und so schwach, daß der Meeresspiegel an der Küste vollkommen glatt bleibt. Indem sie sich leise und ungleichförmig, gleichsam schüchtern und zaghaft dem Lande nähern, kräuseln sie das Meer allmählich so, daß seine Oberfläche schwarz erscheint. Nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde haben sie das Land erreicht. Sie sind dann bereits frisch geworden, nehmen aber noch bis Mittag an Frische zu, von wo bis 2 oder 3 Uhr Nachmittags sie als frische Brise wehen. Später werden sie rasch schwächer und sind gegen 5 Uhr Nachmittags oder nach der Jahreszeit früher oder später ganz abgestorben.«

Selbst in mittleren Breiten ist der aufsteigende Luftstrom oft noch so kräftig, daß er unmittelbar Seewinde im Gefolge hat, so auf Teneriffa, bei Tunis, auf Creta, an den italienischen Küsten, bei Marseille. Von Teneriffa erzählt Leopold v. Buch, »daß bei Laguna die allgemein herrschende Luftströmung, deren Richtung hier im Sommer eine nordwestliche ist, und der Seewind der Südküste, welcher aus Süden weht, sich begegnen. Oben steht, wenig am Abhange herunter, eine Windmühle, deren Flügel stets gegen NW. gekehrt sind. Unten auf der Hälfte des Weges nach St. Cruz, etwa in 900' Höhe, steht eine andere Windmühle unaufhörlich gegen S., denn bis dahin steigt noch der Seewind und beide Mühlen sind gewöhnlich gleichzeitig im Gange.«

Selbst den Ufern größerer Landseen sind die Land- und Seewinde nicht fremd; so findet man sie an den Schweizer Seen, an den Nordamerikanischen Seen. Der Einfluß des großen nordamerikanischen Beckens zeigt sich noch in einer Entfernung von 25 engl. Meilen in den Beobachtungen von Western-Reserve-College in Ohio, indem

die mittlere Windrichtung Nachmittags um einige Grade nördlicher ist, als Vormittags. Sogar an den Küsten Grönland's fand Scoresby bei sonst stillem, heiterem Wetter noch Spuren des Wechsels von Land- und Seewinden.

Hiernach ist das Vorhandenseyn des aufsteigenden Luftstromes während des Tages an allen Theilen der Erde anzunehmen, und auch da, wo seine Erscheinung durch den herrschenden Wind verdeckt wird, kann doch sein Einfluß nicht vernichtet werden. Besonders deutlich zeigt er sich in Gebirgen, wie Fournet's Beobachtungen zeigen, aus denen wir hervorheben wollen, daß z. B. im Thale der oberen Rhone das Aufsteigen gegen 10^h Vorm., das Absteigen der niedersinkenden Luft gegen 9^h Nachm. stetig zu werden beginnt.

6. Nach dem Gange der See- und Landwinde und nach den Beobachtungen in Gebirgen müssen wir uns über den Gang des auf- und absteigenden Luftstromes folgende Vorstellung machen. Der aufsteigende Luftstrom beginnt einige Zeit nach Sonnenaufgang, sobald der Boden von der Sonne soviel Wärme empfangen, daß die Mittheilung derselben an die nächsten Luftschichten diese ausdehnt und zum Steigen veranlaßt. Die Geschwindigkeit ist anfangs sehr gering; sie wächst im Laufe des Vormittags und erreicht kurz nach Mittag ihr Maximum. Sie nimmt dann wieder ab, anfangs langsamer, in den mittleren Nachmittagsstunden schneller und wird gegen Sonnenuntergang Null. Nach Sonnenuntergang, wenn der Erdboden sowohl als die Luft durch Ausstrahlung in den Weltenraum sich abkühlen und die Luft dichter wird, beginnt der herabsteigende Luftstrom anfangs ganz langsam; mit tieferer Nacht wird er immer intensiver, da die Verdichtung der Luft immer mehr zunimmt und hört erst auf nach Sonnenaufgang, um dem aufsteigenden Strome das Feld zu räumen, welcher nunmehr eine sehr verdichtete Luft vorfindet, so daß das Gewicht der Luftsäule, welche beim Aufgang der Sonne sich über dem Lande befindet am größten ist, im Vergleich zu den übrigen Stunden des Tages. Würde also das Ba-

rometer nur das Gewicht der Luftsäule angeben, so würde es sein absolutes Maximum unmittelbar nach Sonnenaufgang zeigen.

7. Dafs dem nun nicht so ist, hat seinen Grund in der Reaction der Masse der aufsteigenden Luft während des Vormittags. Diese Reaction (oder Trägheitskraft) ist wie wir gesehen haben am grössten, wenn die Beschleunigung am grössten ist. Wenn es nun wahr ist, dafs der aufsteigende Luftstrom kurz nach Mittag seine grösste Geschwindigkeit erreicht hat, so folgt daraus, dafs seine Beschleunigung in diesem Zeitpunkte Null geworden ist; denn so lange er noch Beschleunigung erfährt, wächst seine Geschwindigkeit. Der Augenblick der grössten Beschleunigung mufs mithin *vor* Mittag liegen.

8. Dieser Zeitpunkt ist indessen noch nicht genau derjenige, an welchem das barometrische Maximum eintritt; denn der Druck der Luftsäule

$$D = P + M \cdot B \text{ oder da } P = M \cdot g \text{ ist:}$$

$$D = M(g + B)$$

ist nicht allein von B , sondern auch von M abhängig, und da anzunehmen ist, dafs ein oberer seitlicher Abflufs der Luft stattfindet, so wird M vom Beginn des aufsteigenden Luftstromes geringer. Der Zeitpunkt in welchem D ein Maximum wird, wird daher einige Zeit vor demjenigen der grössten Beschleunigung des aufsteigenden Luftstromes liegen; er ist derjenige, an welchem das Barometer seinen höchsten Stand zeigt.

9. Ich will noch einen Versuch angeben, welcher vielleicht geeignet ist, das Wesen des ersten barometrischen Maximums anschaulich zu machen. Läfst man über eine senkrechte Röhre, welche mit ihrem unteren Ende in ein Gefäfs mit Flüssigkeit ragt, einen horizontalen Strom gehen, so wie diefs beim Inhalationsapparat der Fall ist, so sinkt die Flüssigkeit in der Röhre beim Beginn des Experiments bis unter das Niveau im Gefäße, eine Erscheinung, welche durch die Reaction der vor Beginn des Experimentes ruhenden und bei demselben beschleunigten Luft in der Röhre

hervorgebracht wird, und also mit dem ersten barometrischen Maximum große Aehnlichkeit hat.

10. Zum Schluss will ich noch bemerken, dass ich die sachlichen meteorologischen Notizen aus dem »Lehrbuch der Meteorologie von E. E. Schmid« entlehnt habe.

Stralsund, den 10. September 1865.

**XV. Notiz über Flüssigkeitseinschlüsse im Apatit;
von Gustav Jenzsch in Schloß Siebleben
bei Gotha.**

Bei der wichtigen Rolle, welche der Apatit als Gemengtheil krystallinischer Gebirgsarten spielt, erlaube ich mir auf die in ihm nicht selten enthaltenen Flüssigkeitseinschlüsse aufmerksam zu machen.

Bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über die Entstehung der Circularpolarisation, welche ich in meiner Abhandlung »Zur Theorie des Quarzes, Erfurt 1861« kurz andeutete und worüber ich mir ausführlicher zu berichten vorbehalte, unterwarf ich eine größere Anzahl von Apatitkrystallen aus dem Zillerthale in Tyrol einer genaueren Durchsicht. Vollkommen klare, wasserhelle einfache Krystalle fanden sich äußerst selten; viele derselben hatten ein trübes, milchiges Ansehen und an manchen liefs sich die prächtige Erscheinung des Adularisirens in ausgezeichnetster Weise wahrnehmen. Während die vielen, oft unregelmäßigen Zerklüftungen die eigentlich wasserhellen Apatite trübe erscheinen lassen, wird das milchige Ansehen mancher, durch zahlreiche größere und kleinere zum Theil auf gewisse Zonen zusammengedrückte Flüssigkeitseinschlüsse bedingt. In einem mir vorliegenden Exemplare sind die Flüssigkeitssporen so groß, dass man schon mit bloßen Augen oder mit einer gewöhnlichen Lupe beim Wenden

und Drehen des Stückes in ihnen ein kleines Bläschen sich hin und her bewegen sieht. Die Wandungen der kleinen Hohlräume stehen, wie dieß nicht selten auch anderweitig der Fall ist, oft in Parallelismus mit den äußeren Kry stallflächen.

Unter dem Mikroskope überzeugte ich mich, daß die eingeschlossene Flüssigkeit sich bei der Erwärmung ganz ruhig, jedoch merklich ausdehnt und sich während der Abkühlung ebenso wieder zusammenzieht. Die Hohlräume sind nämlich nicht ganz mit Flüssigkeit erfüllt, und in letzterer sieht man ein bewegliches je nach der Größe des Hohlraums größeres oder kleineres rundes Bläschen, welches beim Erwärmen kleiner wird, aber nach dem Erkalten seine früheren Dimensionen wieder annimmt.

Zu der Reihe der Mineralien: *Analcim*, *Baryt*, *Beryll*, *Chrysoberyll*, *Diamant*, *Feldspath*, *Flussspath*, *Granat*, *Hornblende*, *Idocras*, *Nephelin*, *Olivin*, *Quarz*, *Sapphir*, *Steinsalz*, *Topas* und *Zinnstein*, worin bis jetzt Flüssigkeitseinschlüsse beobachtet worden sind, ist dem Obigen zu Folge der *Apatit* noch hinzuzufügen.

**XVI. Muthmaafliche Brandstiftung durch eine Feuerkugel;
mitgetheilt von P. A. Kesselmeyer.**

In der Wiener Zeitschrift »die Glocke« vom 17. Mai d. J. befindet sich nach einer mir von Hrn. Dr. Ad. Senoner gewordenen Mittheilung folgende Notiz:

»Ein Meteorstein als Brandstifter. Französische Berichte melden, der Ort *Vernicourt* bei *Nolay*, aus 80 Häusern bestehend, sey abgebrannt, nachdem ein herabgefallener glühender Aërolith ein Strohdach entzündet hatte. Mehr als 50 Zeugen beurkunden den letzteren Umstand.«

Auf eine desfallsige Anfrage bei dem Hrn. Secretär der Mairie von Nolay war derselbe so freundlich, unterm 10. Juni d. J. folgende weitere Auskunft hierüber zu ertheilen.

Département de la Côte-d'Or.
Arrondissement de Beaune.
Ville de Nolay.

Nolay le 10. Juin 1865.

Monsieur!

»J'ai l'honneur de vous adresser ma réponse à votre lettre en date du 23. Mai courant. Sans ajouter foi aux bruits que l'on a fait courir relativement à l'incendie de Vernicourt, je dois vous assurer que tout porte à croire que le fait est vrai. Mr. le Procureur Impérial de Beaune s'étant rendu au dit village pour chercher à découvrir la cause du sinistre a interrogé séparément les personnes qui avaient déclaré avoir vu un aërolithe tomber à Vernicourt même. Toutes ont déclaré qu'en effet elles avaient vu tomber un globe de feu ayant à peu près deux décimètres de diamètre; qu'elles n'avaient pas d'abord fait attention à un phénomène aussi nouveau pour elles; mais qu'une demi-heure après la chute de ce globe de feu l'incendie en question s'était déclaré. Maintenant si toutes les habitations, à l'exception de quelques-unes seulement, ont été brûlées, cela doit être attribué non au phénomène même, mais à un grand vent qui soufflait alors avec violence.

Tels sont, Monsieur, les renseignements que j'ai pu recueillir et que je vous transmets avec le plus grand plaisir en vous assurant de mon entier dévouement.»

Destray

Secrétaire de la Mairie.

Auch auf eine nochmalige Anfrage in Bezug auf die Tageszeit, an welcher die Feuerkugel gefallen, sowie auf den Umstand, ob wirklich auch Meteorsteine seyen gefunden worden, hatte Hr. Destray die Güte, nachstehende weitere Auskunft zu ertheilen:

Nolay, le 15. Juillet 1865.

Monsieur!

Je n'ai pu recevoir qu'aujourd'hui les nouveaux renseignements qui vous sont nécessaires. Je me hâte de vous les adresser tout en regrettant de n'avoir pu le faire plus tôt.

L'incendie de Vernicourt s'est déclaré le 4. Mai de cette année à 9 heure et demi du soir. Il n'a rien été trouvé attestant que l'incendie doit être attribué à une chute d'aérolithe.

Tels sont, Monsieur, les renseignements que j'ai pu recueillir et que je suis heureux de pouvoir vous donner.

Agréez, Monsieur, l'expression de mon entier dévouement.

Destray.

Dafs jene Feuersbrunst wirklich durch das Herabfallen einer Feuerkugel sey veranlasst worden, scheint demnach nach diesen Mittheilungen kaum zu bezweifeln. Sehr ungewifs dagegen bleibt es, ob auch wirklich Meteorsteine damit gefallen seyn mögen, da auch selbst nachher nichts gefunden worden ist, was zu einer solchen Vermuthung einen begründeten Anhaltspunkt zu bieten im Stande wäre¹⁾.

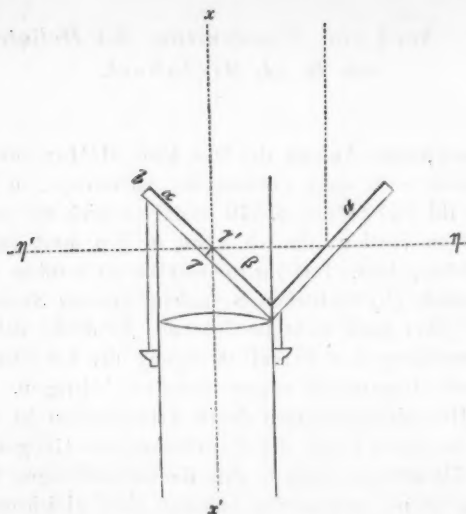
1) Aehnliche Ereignisse, freilich zum Theil auch problematischer Natur, sind uns, ausser den schon von Chladni (Feuermeteore S. 77) angeführten, in den letzten Decennien mehre aus Frankreich berichtet worden, z. B. von Belley, *Dép. de l'Ain*, 13. Nov. 1835 (*Compt. rend. I.* 414), Tamerville b. Valognes, 3. — 4. Aug. 1840 (*Ib.* XI, 292, Les Bois-aux-Rous, Gemeinde Chanteloup, 25. Febr. 1841, Montierender 18. Nov 1842 (*Ib.* XVI, 207). P.

XVII. *Noch eine Construction des Heliotrops;
von K. A. Steinheil.*

Der interessante Aufsatz des Hrn. Prof. Miller aus Cambridge über zwei neue Formen des Heliotrops, in diesen Annalen Bd. 125 (1865) S. 510 erinnerte mich an eine Heliotrop-Construction, die ich schon in den dreißiger Jahren ausführen liefs. Das Instrumentchen ist seitdem in der mathematisch-physikalischen Sammlung unseres Staats aufbewahrt, aber noch nicht beschrieben. Es dürfte daher die Bekanntmachung zur Vervollständigung der Literatur, die über diesen Gegenstand angewachsen ist, beitragen.

Bei Höhenbestimmungen durch Triangulation ist es zur Elimination eines Theils der Unsicherheit des Ganges eines Lichtstrahls wünschenswerth, dafs die Bestimmungen zweier Punkte nicht nur gegenseitig, sondern auch gleichzeitig erfolgen. Um diefs möglich zu machen, habe ich mir einen Heliotrop ausgedacht, welcher auf den Objectivkopf des Theodoliten-Fernrohrs aufgesteckt wird und das Sonnenlicht in der Gesichtslinie des Fernrohres reflectirt. Die Beobachter geben sich also, wenn ihre Fernrohre diese Vorrichtung besitzen, wechselseitig Heliotropenlicht, aber nur dann, wenn jeder gerade des Anderen Instrument ansieht, daher *gleichzeitige* Beobachtungen erlangt werden.

Das Instrumentchen (s. umstehende Figur) besteht aus zwei Spiegeln a und b , welche mit den Axen x und η Winkel von 45° bilden. a ist um die Axe der η drehbar, b mit dem ganzen Kopf um die Axe der x . Man kann durch diese beiden Drehungen bewirken, dafs Strahlen, die aus irgend einem Punkte der Sphäre auf a fallen, in b unter 45° reflectirt, jetzt in der Richtung nach x fortsetzen. Um aber im Fernrohr zu sehen, ob die Sonnenstrahlen nach x reflectirt werden, ist ein Orientirungsbild der Sonne erforderlich, welches 180° von dem Punkte abliegt, der Heliotropenlicht bekommen soll. Diefs wird erzeugt, wenn



der Spiegel b aus zwei Hälften besteht α und β , die in derselben Ebene liegen, aber mit ihrem senkrecht abgeschliffenen Rande $\gamma\gamma'$ an einander passen. Dieser Stand $\gamma\gamma'$ muß mit der Spiegelfläche genau einen Winkel von 90° bilden; er darf auch nicht polirt seyn, sondern muß nur fein matt doucirt werden, sonst erzeugt er ein zu intensives Sonnenbild im Fernrohr. Denn die Strahlen, die von η gegen η' gehen, werden von dem belegten Spiegel b gegen x reflectirt. In der Mitte des Spiegels ist jedoch die Belegung abgenommen, so daß ein kleiner Theil der von η kommenden Strahlen, der durch das Planglas gegen η' geht, die facetirte Kante $\gamma\gamma'$ des Spiegels b trifft und also gegen x' reflectirt, durch das Objectiv aber im Brennpunkte zum Orientirungsbild vereinigt wird.

München, August 1865.